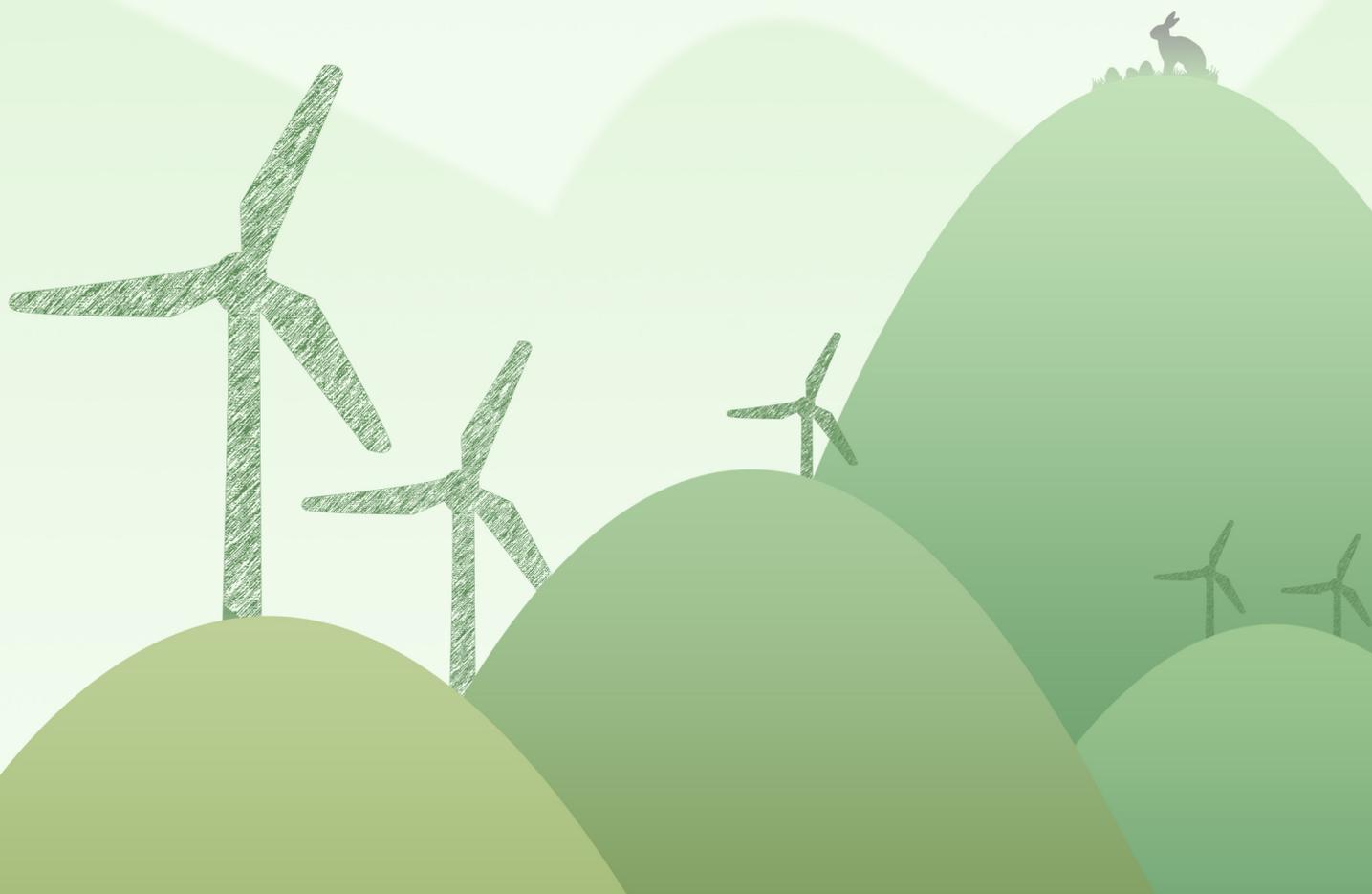




中欧能源合作平台出品

# 中欧能源杂志

2023年3月刊





## 关于中欧能源合作平台（ECECP）

---

中欧能源合作平台于 2019 年 5 月 15 日启动，旨在支持和落实《关于落实中欧能源合作的联合声明》中宣布的各项活动。

2019 年 4 月 9 日，在布鲁塞尔举行的第八次中国 - 欧盟能源对话上，中国国家能源局局长章建华先生与欧盟气候行动和能源专员米格尔 - 阿里亚斯·卡尼特（Miguel Arias Cañete）共同出席并签署了《关于落实中欧能源合作的联合声明》。正在出席第 21 次欧盟 - 中国领导人峰会的中国国务院总理李克强、欧盟委员会主席让 - 克劳德·容克（Jean-Claude Juncker）、欧洲议会主席唐纳德·图斯克（Donald Tusk）共同见证了这一历史时刻。

启动实施中欧能源合作平台（ECECP），被明确写入了此次中欧领导人会晤的联合公报。

ECECP 平台的总体目标是：

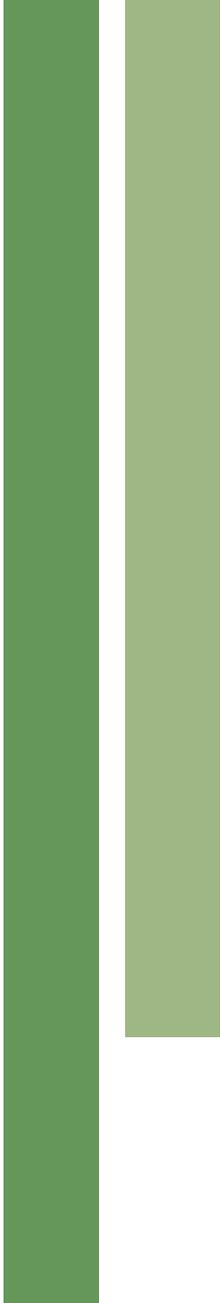
“加强中欧能源合作。与欧盟的能源联盟战略、欧洲人人享有清洁能源倡议、以及应对气候变化的《巴黎协议》、欧盟的全球战略保持一致，通过加强合作，将有助于提高欧盟和中国之间的相互信任和理解，为推动全球能源向清洁方向转型，以及建立可持续、可靠和安全的能源体系的共同愿景做出贡献。”

ECECP 第二阶段项目由 ICF 国际咨询公司和中国国家发展和改革委员会能源研究所共同组成的联合执行机构共同实施。

声明：

本刊所刊文章仅代表作者个人观点，不代表中欧能源合作平台（ECECP）。

图片来源 Freepik/Flaction。



# 中欧能源杂志

*EU-China Energy Magazine*

---

2023

# CONTENTS

- 02 / 电力市场设计：长期合同路在何方？
- 08 / 可再生能源还是煤炭？  
11 条你应该知道的德国能源结构变化事实
- 15 / REHeatEU：  
强化能源安全与气候保护的绝佳机遇
- 22 / 能源危机如何“带火”欧洲热泵市场？
- 28 / 中国航空业减排：可持续燃料潜力几何？
- 34 / 每月新闻速览
- 42 / 出版物推荐

亲爱的读者朋友，

欢迎阅读《中欧能源杂志》2023年3月刊。

又到了春暖花开的时节，令人倍感欣慰的是，欧盟在能源危机中艰难地挺过了刚刚过去的这个冬天：储气量高于2022年水平，欧盟终于可以暂时松了一口气了。然而，未来几年，能源市场的动荡局面预计仍将持续，危机并未远去。在确保能源安全和负担能力的同时，可持续性仍然是一个值得关注的重要方面，这也是本期杂志所讨论的重点。

首先，我们深入探讨了电力市场设计中长期合同的未来发展，探索应如何进行合同安排以鼓励可再生能源投资和创新。随后，我们将目光转向德国，分享了这个国家当前在从煤炭向可再生能源的转型过程中积累的11条关键经验教训。

此外，我们探讨了在消费者偏好、私营部门投资和支持性政策框架的综合影响下如何推动形成一个转折点，加速建筑领域的脱碳进程。紧接着我们还对欧洲市场上热泵的普及情况进行了深入分析，欧洲消费者在能源危机背景下正在积极寻求传统供暖系统的低碳替代方案。

最后，我们将目光投向中国的可持续航空燃料，探讨推动交通领域脱碳所需的政策支持。

我们希望本期杂志的文章能够给您带来一些有用的信息和启发，也欢迎您就这些关键话题与我们共同探讨。

再次感谢我们的编辑赤洁乔和Helen Farrell顶住极端压力，圆满交付了本期杂志。

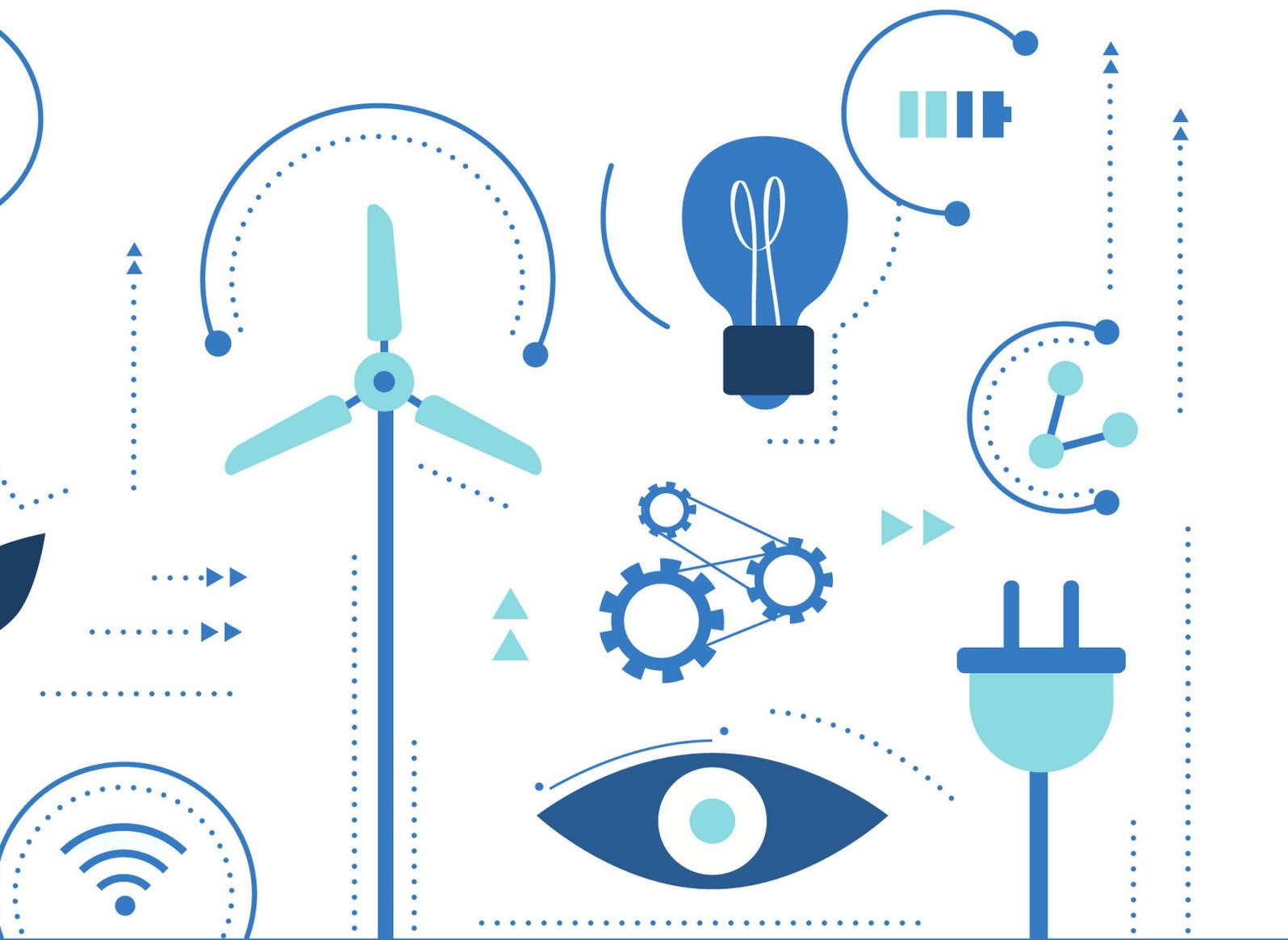
*Flora Kan*

中欧能源合作平台（ECECP）执行主任



---

# 电力市场设计： 长期合同路在何方？



欧盟委员会近期结束了欧盟电力市场改革公开征求社会公共意见，并将于3月16日提交正式提案。提前泄露的草案文本显示，欧盟委员会打算进一步完善直接购电协议（PPA）和远期市场。成员国可以利用“混合”电力市场设计，支持新的可再生能源投资。不过欧盟委员会也提出了一些要求来确保现货市场的正常运转，并预防PPA的挤出效应：比如支持更具金融属性的双向差价合约，保证短期激励措施不受影响，要求政府优先将差价合约分配给已签署PPA的投资者。这份提案仍有许多设计细节未被披露，并且对于倾向于管控所有发电资产的差价合约的利益相关方来说或许还不够深入。

欧盟委员会最初并没有为就电力市场长期合同形成一套明确的具体措施进行磋商，而是考虑了一系列多样化的选择，这一做法本身就反映出欧盟成员国之间存在重大的意见分歧。这并不出乎意料，事实上在短期市场的实施、容量市场的角色定位、可再生能源的支持机制和零售电价监管等问题上，各成员国之间早已呈现出巨大的国家差异。欧盟委员会的最终提案很快就会公布，随后将在欧洲理事会和欧盟议会展开讨论，在考虑这些机制的时候，有必要深入思考一些根本性的问题。



## 完善长期合同市场

在实现净零排放的长期愿景下，我们预计私营企业将更倾向于签署长期合同。能源价格的波动性将会增加，政府将逐步取消上网电价等可再生能源价格补贴，并且对于电力零售商本就审慎的监管将会变得愈加严格（CERRE<sup>1</sup>, 2022, p. 28）。

此外，我们预计在能源合同方面将会有所创新。长期合同应当超越日前市场上标准的远期合同范畴，我们还需要为具有不同风险状况的参与者（如零售商、间歇性可再生能源发电商、储能运营商、聚合商和传统发电机组）提供购电协议等特定合同。合同中各方利益的平衡或许需要多边合同来解决（CERRE, 2022, p. 96），如风电厂、电力零售商、储能商的三方合作可能比任意两方参与者合作承担的风险更小。

虽然企业PPA市场未来将进一步成熟发展壮大，但拥有投资组合的综合性能源电力公司仍将继续发挥重要作用。这些公司可以是传统的公用事业公司，但也可以是掌握能源社区、海上综合能源枢纽等特殊资产的企业。这种综合性的投资结构可以防止在错综复杂的投资关系中发生套牢问题。

1. Pollitt, M., von der Fehr, N., Banet, C., Le Coq, C., Willems, B., Bennato, A.R. and Navia, D., Recommendations for a Future-Proof Electricity Market Design, Centre on Regulation in Europe (CERRE), 2022. [https://cerre.eu/wp-content/uploads/2022/12/CERRE\\_MarketDesign\\_Final.pdf](https://cerre.eu/wp-content/uploads/2022/12/CERRE_MarketDesign_Final.pdf)



## 政府对长期市场的干预

政府干预合同市场具有充分的理由：可以控制零售商的风险、使合同标准化以简化头寸净额结算、提升透明度、代表消费者签约以防政府未来干预，并为某些合同提供自然对手方。最后一类应涵盖受监管影响较大的活动，如输电容量的可用性，以及拥有长期输电权和碳排放交易价格期权的长期碳政策。然而，私人部门仍扮演着关键角色。

现有市场在为消费者提供锁定未来三到五年价格的选择方面发挥了很好的作用，但是消费者对这类合同的需求往往有限。尽管电力生产商可能希望通过签署更长期的合同来降低其资本成本，然而考虑到消费者缺少对更长期的对冲措施的需求，经济学家对于是否管控超出期限的套期保值以及如何对其进行规范管控仍然存在分歧。一些经济学家主张在长期合同市场和结构性市场设计方面进行更多的政府干预，这被称为“混合市场设计”（CERRE, 2022, p. 101）。

我们认为，有组织的长期市场在实施过程中应适用辅助原则，原因在于：首先，经济学家或行业参与者之间并未就是否需要基于长期合同进行大规模市场改革达成共识；其次，各成员国政府在指导市场方面依据不同的社会契约，并且其消费者的风险偏好也存在差异。

使用有组织的长期市场具有一些好处，因为它们能够降低投资者的资本成本，并且能为消费者提供应对价格大幅波动的风险对冲。

政府对长期合同进行干预可能对于基荷发电商（如核能、可再生能源供应商）来说更有意义，因为他们的投资成本更大，掌握定价话语权的可能性更小，因此如果私人合同不能提供足够的对冲，他们就会面临更大的风险敞口。而对于燃气发电厂来说，由于它们通常是边际发电厂，电价往往随其燃料输入成本而变化，因此它们的价格风险更低。

灵活性能源资源，如储能和需求侧管理，可能难以在有组织的期货市场上找到长期对冲合同。但政府强制执行的、有针对性的合同也并不一定会更实用。政府可能难以量化不同灵活性技术的组合效益，双边私人合同很可能比标准化的政府合同更具创新性。此外，组合型投资者可能会建立可再生能源和储能设施的混合配置，从而从公司内部实现风险抵消（*ibid.* p97）。

欧洲许多国家除了采用更加协调的电力批发市场，还针对可再生能源和容量市场出台了各具特色的支持机制，从而形成了一种混合市场。欧盟层面的协调或将有助于提升可再生能源、容量市场和潜在的长期合同支持机制的运作效率，并推动国际电力贸易。因此，没有必要对电力市场采用革命性的新设计来改进长期合同的作用。



## 政府干预的缺陷

然而，政府支持的长期电力合同也存在一些缺点，可能会影响欧盟内部市场，或许会促使欧盟委员会在中央层面强制设定一些最低要求。此类合同的缺点包括：

- 合同容量或无法完全参与短期市场（如日前市场、平衡市场和辅助服务市场）。这可能会降低发电效率和电力现货市场的流动性。
- 长期合同或存在竞争过少、跨境参与不足的情况，这是缺乏长期输电合同、成员国之间的合同并未完全标准化所致。
- 合同形式或许会更适合某类技术，而不适合其他技术，从而可能会导致发电技术组合效率低下。这可能尤其适用于需求响应、储能和其他灵活性资源。
- 受政府监管的合同或许会抢占私人购电协议和投资组合的市场，因为政府可能提供更好的合同条件，并且没有给不同资产的风险进行正确的定价。
- 政府干预长期合同可能导致能源价格过低。如果政府作为单一买家行使其垄断权，并通过签订低于预期市场价格的长期合同，将较低的价格让渡给消费者，从而提取资源稀缺租金，那么能源价格可能会过低。这可能是国家援助的一种形式（*ibid.* p98）。

针对长期合同的实证研究凸显了其中一些缺点。Chattopadhyay & Suski（2022<sup>2</sup>）指出，传统的长期购电合同阻碍了创新、降低了现货市场的流动性，而且价格较高，通常不具有竞争力。对美国加州独立系统运营商 CAISO 和中部独立系统运营商 MISO 而言，管制计划流程、公共事业项目以及几年前就被政府指定优先采购的资源已经挤占了短期容量市场。因此，容量市场未能成功吸引商业投资和大量低成本的容量供应（Pfeifenberger et al. 2017<sup>3</sup>）。在加拿大的安大略，某些发电资产（可再生能源、水电、核能）的运营决策并不受市场价格影响，因为它们受到独立于生产水平的固定价格合同的约束（Pfeifenberger et al. 2017）。哥伦比亚的合同模式没有为间歇性可再生能源提供足够的激励（Olaya et al., 2016<sup>4</sup>）。然而，也有许多例子表明，政府指定的、有针对性的长期合同加速了投资进程。例如，在英国，国营的低碳合同公司采用差价合约的形式签订了约 30GW 的新容量合同。

2. Chattopadhyay, D. and Suski, A.K. (2022), *Should Electricity Market Designs Be Improved to Drive Decarbonization?*, Policy Research Working Paper Series 10207, The World Bank.

3. Pfeifenberger, J., Spees, K., Chang, J., Aydin, M. G., Graf, W., Cahill, P., Mashal, J., & Pedtke, J. I. (2017), *The Future of Ontario's Electricity Market A Benefits Case Assessment of the Market Renewal Project*. The Brattle Group.

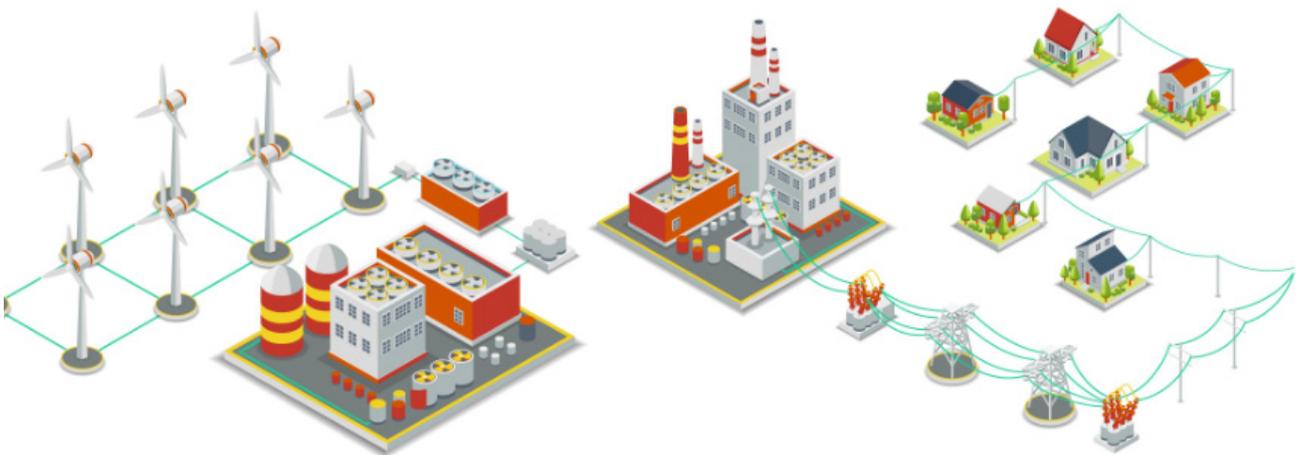
4. Olaya, Y., Arango-Aramburo, S., & Larsen, E. R. (2016), 'How capacity mechanisms drive technology choice in power generation: The case of Colombia', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56:563–571. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.065>



## 如何克服这些缺陷？

欧盟可以提供一些关于合同设计指导方针来减少负面影响，但这通常也会增加投资者的风险。此类措施如下：

- 合同设计中立化、标准化，增加竞标者的数量。合同可以着眼于对消费者的长期价格风险进行对冲，而不是满足发电商的对冲需要。
- 使用拍卖的方式确定合同价格，因为这将产生更多的竞争压力。
- 允许技术投资组合参与政府支持的合同市场。比如，可再生能源发电商和储能运营商可以组合出售远期合同，从内部管控风险。这一做法将减少拍卖者在拍卖过程中对可用性和投资组合风险因素的依赖，或者至少允许在技术选择之间进行一些套利。然而，这将需要进行更多的金融监测来监控组合投标人的风险敞口。
- 允许在二级市场交易合同，以便企业重新配置合同，这将使低效的发电容量退出市场。电力零售商可以根据客户增减情况来调整合同头寸。二级市场对于企业及时停用某类技术是至关重要的。为了激活二级市场，合同不应该严格与某一资产绑定。比如，如果某种低效发电资产以优厚的条件签订了长期合同，企业可能不会停用这类资产，除非合同义务可以转移到其他资产。
- 将实物合同转换为金融合同，比如差价合约，就是用金融手段解决合同价格的差额。这将持续对电力现货市场的可用性和参与性提供激励，同时也需要具有良好流动性的短期市场作为支撑。
- 预先确定合同数量。合同应基于既定容量而非可用容量。对于火电厂有时采用的照付不议条款会消磨其参与电力现货市场的动力，从而降低流动性，这对可再生能源发电领域也是如此。因此，不可用性的风险必须由合同的卖方承担。
- 即便需要提取资源稀缺租金，也应该以透明的方式进行，并且在重新进行租金分配时还需要解决国家援助的问题。
- 允许跨境参与长期合同的拍卖，从而增加市场竞争。这将需要有针对性输电容量的长期合同来提供保障（CERRE, 2022, p. 99-100）。





## 结论

能源危机引发了人们对于电力市场设计的激烈讨论。热议的焦点在于（长期）风险和激励机制是否在投资者、消费者、公共事业和政府之间得到了合理有效的分配，尤其是在考虑未来净零能源系统的情况下。缺乏长期合同可能会让消费者面临价格飙升的风险，同时也为超边际发电创造了暴利。那么，欧盟成员国在所谓的混合市场中是否需要更多的工具来促进长期合同呢？

很多成员国已经在利用各种额外机制来补充短期市场，如支持可再生能源和核能、容量报酬计划。国家援助规则对这些合同有明确的规定，因此，欧洲的混合市场已经存在。

当前进行的讨论有助于使欧盟委员会能够更好地确定是否需要进一步协调混合市场以改善竞争，并避免欧洲能源市场的分裂；是否需要调整国家援助措施，允许政府以更加明确的方式介入风险分配的过程，防止短期市场出现扭曲。差价合约支持机制的具体设计原则将会决定这些合同是否对能源市场有益。

这场危机也表明，欧盟需要从多个方面优化对能源行业风险的监管和监测，包括：独立售电商的能源采购、金融合同的保证金要求、实物抵押和金融担保的使用、合同清算、阻塞风险的疏导、期货市场的流动性和定价监测，以及系统性风险评估。

欧洲内部电力市场自建立伊始一直在不断发展，未来也将如此。欧洲已经建立了一个运转良好的、受大多数利益相关方看重的短期市场。基于这一市场整合形成的欧洲内部电力市场不仅有利于保证供给安全，也确保了竞争力。欧洲需要的不是覆盖整个欧洲的颠覆性的市场设计，而是需要改良混合市场的监管框架，让成员国能够依据国家偏好来应用，并更好地监测和管理风险。

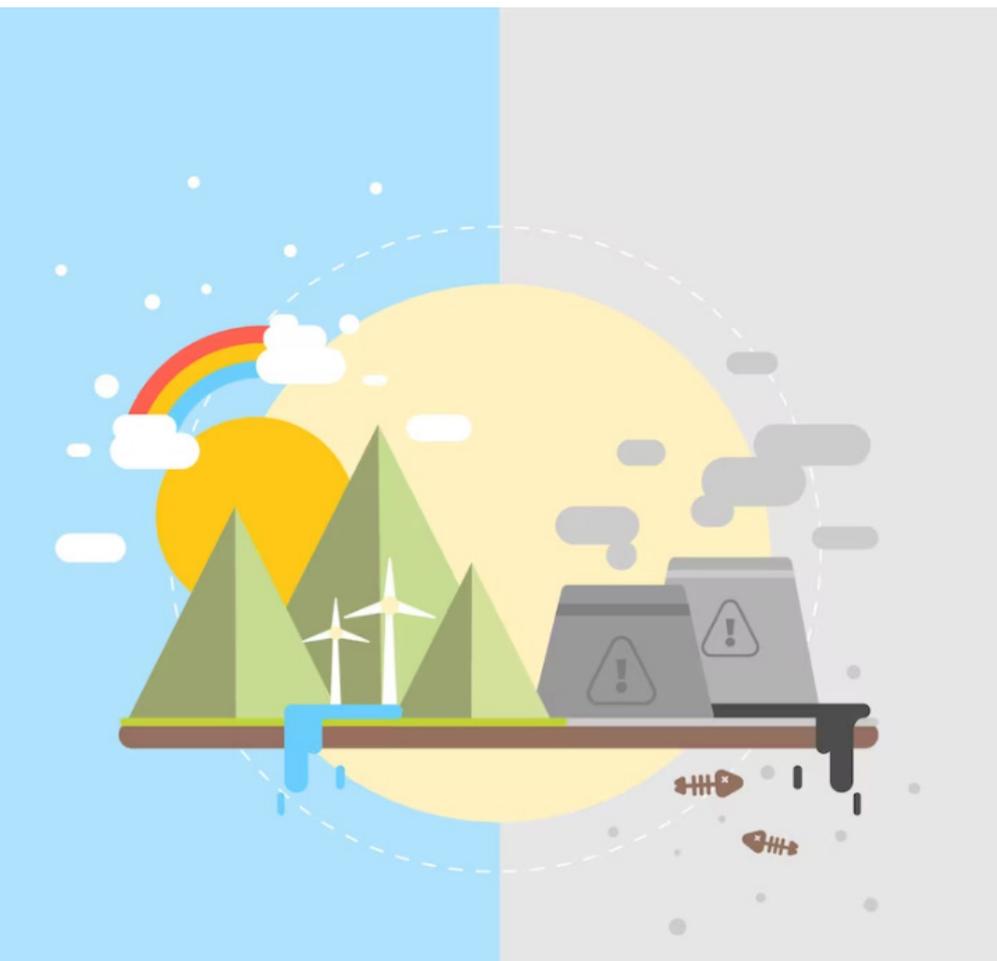
文 / Bert Willems

本文由欧洲监管中心 [CERRE](#) 授权转载。



# 可再生能源还是煤炭？

## 11 条你应该知道的德国能源结构变化事实



2022 年是欧盟能源政策的转折点。对俄罗斯化石燃料（尤其是天然气）的依赖给欧盟成员国带来了严重后果，并导致了整个欧盟的能源供应危机。对此，欧盟推出了重点促进可再生能源和能源效率以及天然气供应多样化的各项举措。德国也制定了最为全面的政策方案，以促进可再生能源的扩展和能效提升。然而，德国选择使用煤炭作为替代天然气的短期应急能源，以在能源危机期间确保充足的能源供应。不过，其逐步淘汰煤炭的计划并没有改变。总体而言，天然气危机可能会加速德国和欧盟其他国家的能源转型。德国研究机构 Germanwatch 和 adelphi 合作撰写的此份政策简报分析了德国变化中的能源结构，并从中总结了 11 条关键经验教训。



## 欧洲对天然气危机的结构性反应向来是聚焦于可再生能源、能源效率和天然气供应多样化。

2022年是欧洲能源政策的一个转折点，因为欧盟对俄罗斯化石燃料——尤其是天然气——的依赖造成严重的负面影响。此前，俄罗斯通过“北溪1号”运输的天然气约占欧盟天然气进口总量的40%，“北溪1号”经由波罗的海海底通往德国，是俄罗斯向欧洲输气的主要管道。这条管道已经关闭，俄罗斯政府减少了输往欧洲的天然气数量，欧盟为自己设定了停止从俄罗斯进口天然气的目标。自冲突爆发以来，欧盟已成功削减约10%的化石天然气需求，并计划到2023年3月削减15%天然气用量，以应对俄乌冲突并减少对俄罗斯化石燃料的依赖。

作为对能源危机的回应，欧盟委员会于2022年5月提出了RePowerEU计划，其三个主要目标是节约能源、加快清洁能源生产和能源供应多样化。

- 为节约能源，该计划提出更新版能效目标，即与2020年基准情景的预测相比，将2030年的能源效率提升目标从9%上调至13%。此外，委员会还提出了将总电力需求减少10%的目标，并规定成员国有义务将高峰时段用电量再减少5%。
- 为实现可再生能源速普及，该计划提议将2030年的可再生能源占比目标从40%提高到45%（从1067千兆瓦提高到1236千兆瓦），同时加快可再生能源装置的许可程序，并引入“欧盟太阳能战略”，该战略计划到2025年将太阳能装机容量在当前水平上翻一番。该战略的目标是到2025年，太阳能光伏发电装机容量将达到320吉瓦，到2030年达到600吉瓦。
- 此外，欧盟还采取措施实现天然气供应多样化，并与多个国家就此展开国际合作。除了增加供应，欧盟还通过“欧洲天然气需求削减计划”推出了制造减少天然气需求的措施，包括从天然气转向替代燃料，奖励减少天然气消费量，减少供暖供冷，以支持成员国减少15%的天然气需求。

德国支持欧盟的天然气用量削减措施，目标是在2022年8月1日至2023年3月31日期间，将本国天然气消费量削减20%。为应对能源危机，德国还更加关注天然气供应多样化，计划建造多个固定陆上液化天然气终端和五个浮式储存及再气化装置，并寻求与更多供应商签订合同。德国联邦政府的一些部门希望支持在海外勘探新的天然气田，但多个部委正试图阻止这一举措。这种情况还导致淘汰核电的最后期限推迟了三个半月，以及煤炭消费量的暂时回升。



德国通过了规模最大的一揽子措施，旨在加快向可再生能源转型，并正在制定更多法规，以加快这一进程。

2022年春，德国宣布了“复活节一揽子计划”，其中包括德国几十年来最大规模的能源政策修订。2022年7月修订的五部法律9均以加快发展可再生能源为目标，包括加速扩张可再生能源产能，加快许可程序和扩建电网，以改进可再生能源的整合。例如，德国《可再生能源法》（EEG）的更新包括针对可再生能源的新目标。到2030年，至少80%的电力将来自风力、太阳能和水力发电。由于新的优先级别分配给了可再生能源，安装项目的规划和许可程序将会加快。这对于加快陆上风能的扩张尤为重要，过去，这方面工作一度受到官僚机构拖延的负面影响。2021年，风力发电成为最大电力来源（2021年：1146千瓦时；2020年：1321亿千瓦时），然而风电装机容量增长缓慢（2021年：+1632兆瓦；2020年：+1227兆瓦）。与风电装机容量缓慢增长相比，太阳能发电装机容量持续扩大：2016年到2021年，总装机容量从40700兆瓦增加到59400兆瓦，增幅达46%。2022年，太阳能发电装机规模再次增加，新增太阳能光伏容量估计增加了26%，累计装机容量超过65吉瓦。

此外，随着《海上风能法》和《海上实现协议》的施行，海上风电的目标也大幅提高：到2035年，海上风电装机容量将从目前的8吉瓦增加到40吉瓦，到2045年增加到70吉瓦（之前的目标：2030年20吉瓦；2040年40吉瓦）。

2022年，可再生能源占德国电力消费量的比例创下新高，达到近46.9%，比2021年高出4.9个百分点。

人们普遍认为，可再生能源在关于能源安全的辩论中占据首要地位，而节能和效率的地位在某种程度上却不那么突出，但也同样重要。E3G的一项研究发现，仅在建筑效率方面的投资，就可以帮助德国节省比通过任何已规划液化天然气终端所进口的数量更多的天然气，从而节约2000亿欧元的天然气进口费用。德国在2022年8月批准了两部节能条例，针对需求侧的能效和节约问题推出明确措施。条例内容包括提高公共、私人和企业建筑的能源效率，例如通过优化供暖系统，以及促进企业节能，要求年能耗在10吉瓦时或以上的企业实施节能措施。此外，德国正在制定两部雄心勃勃的能效法律。迄今为止，具体法定目标包括到2030年将终端能源消费量减少500太瓦时。从2024年开始，联邦政府需要实现每年45太瓦时的终端节能量，而德国各州则须每年节约5太瓦时电能。

由于实行了上述措施以及气候相对温和，天然气储存设施在1月底仍处于填满状态，价格回落，今冬似乎不太可能出现天然气短缺问题。然而，明年冬天或许依然面临挑战，因为——与2022年上半年相反——届时将不会从俄罗斯进口天然气，中国可能因国内需求走强而减少天然气出口，而且也无法保证气候温和。



## 德国能源转型

德国能源转型（Energiewende）的目标是到2035年，将德国能源体系转向可再生能源并弃用核能，理想情况下，到2030年弃用煤炭，到2045年弃用石油和化石天然气。早在2000年，随着《可再生能源法》（EEG）的出台，德国便开启了这一转型。从那时起，德国对《可再生能源法》进行了多次修订，包括固定上网电价、可再生能源竞拍等等。德国的目标是到2030年，将所有温室气体排放量在1990年的基础上至少减少65%，到2040年减少88%，到2045年实现温室气体中和。直到最近，天然气还被视为能源转型背景下的一种“过渡性”燃料，而煤炭和核能正在被逐步淘汰。因此，德国在过去十年里逐步淘汰煤炭和核能，并转向可再生能源及天然气（Myllyvirta: 2022）。

2020年7月，德国在法律层面通过了退煤计划，此外还实施了《产煤区结构调整法案》，旨在支持产煤区的结构调整；以及促进可再生能源，特别是风能和太阳能扩张的计划。首批燃煤电厂于2020年关闭（德国联邦环境、自然保护和核安全部：出版日期不详）。

## 在电力行业，新的意外事件——尤其是法国核电危机——使本已严重的供应危机雪上加霜。

除了俄罗斯入侵乌克兰导致能源价格高企外，其他几个因素也加剧了能源危机。在2022年的大部分时间里，由于核电产出疲软，法国经历了一场电力危机。到11月，56座反应堆中有26座被关闭，创历史纪录。此外，整个欧盟夏季异常干旱，对南部的水力发电造成阻碍，给欧盟电力系统带来了额外压力。



## 在这种紧急情况下，煤炭将在电力行业发挥短期替代天然气的作用。

减少天然气消费总量的一项有效措施是限制其在发电领域的使用。然而，尽管德国和整个欧盟都加大了可再生能源投资力度，可再生能源的产能仍不足以弥补目前的天然气供应短缺。现在人们普遍认为，前几届政府放缓可再生能源的扩张速度是错误之举。虽然德国曾经是太阳能和风能领域的先驱，但《可再生能源法》的修改造成上网电价下降，对该行业的经济激励减少，并出台额外条例，导致太阳能发电装机的扩张速度放缓。最近的障碍是缺乏专业精湛的技术人员和供应链上的积压问题。就陆上风能而言，在德国一些州（如巴伐利亚州），漫长的许可程序、最小距离、地方抗议和意识形态阻碍了风能基础设施的扩张。另一个问题是输电基础设施过去发展得不够快，原因是当地市政府反对扩建连接北部和南部电网的输电线路。风能发电主要集中在德国北部，而德国南部的电力需求占全国总电力需求的很大份额。此外，由于法国多座核电站无法稳定运行，德国在2022年不得不向法国出口大量电力。

由于这些缺陷，德国选择燃煤电厂在短期内替代化石燃料，并作为电力行业天然气的应急替代方案。



针对煤炭的短期计划包括将现有电厂的寿命延长数月或数年，同时延长运行时间。

除德国外，其他几个欧盟成员国，如奥地利、法国和荷兰，都决定延长其燃煤电厂的运行时间，重启燃煤电厂，或提高运行时间的上限。在德国，议会于 7 月通过了《替代电厂可用性法案》（EKBG），该法案旨在确保能源危机期间能源市场的能源供应和灵活性。根据《替代电厂可用性法案》，德国将升级燃煤电厂，以使其能够为能源市场随时重新投产，但仅作为备用选择。同样的规定亦适用于最初本应在 2022 年或 2023 年关闭的电厂，以及到目前为止仅充当电网备用或安全备用容量的电厂，后者应仅在极端紧急情况下重启。对于无烟煤电厂，临时性重启最晚持续到 2024 年 3 月底。对于褐煤，临时性重启将在 2023 年 6 月 30 日更早结束。



煤炭消费量上升导致 2022 年的排放量增加，但德国实现气候目标的结构性挑战存在于建筑和交通运输行业。

Agora 能源转型智库（Agora Energiewende）的计算结果显示，德国 2022 年的二氧化碳减排量未达到实现其气候目标所需的水平，全国温室气体排放量停滞在大约 7.61 亿吨二氧化碳，未达到 7.56 亿吨二氧化碳的目标。相较于基准年份 1990 年，2022 年减排量仅为前者的 39%，因此，第二次落后于 2020 年 40% 的气候目标。尽管能源消费量降至 1990 年国家统一以来的最低水平，但增加的煤炭和石油使用量抵消了通过节约能源和减少天然气消费所实现的减排量。然而，发电过程中使用煤炭并非导致德国未能实现气候目标的根源，因为电力行业已经实现既定排放目标。相反，交通运输和建筑行业未能实现各自目标，是因为这些行业大幅减排所需的结构性改革被推迟了数年。

在欧盟层面，Ember 的一项研究发现，从长远来看，煤炭使用量的短期上升不会对欧盟气候目标产生负面影响。即使整个欧盟目前所有处于备用状态的燃煤电厂都以 65% 的产能运行，2023 年的排放量仍将增加 3000 万吨二氧化碳，相当于欧盟 2021 年二氧化碳总排放量的 1.3%，以及电力行业年排放量的 4%。



德国政府继续致力于实现既定目标，即理想情况下，在 2030 年前停止使用煤炭。



德国政府表示，增加煤炭使用量仅被视为保障能源供应的最后手段和短期后备措施。德国将不会新增煤炭产能，政府继续致力于按照德国法律的要求，理想情况下在 2030 年前，最迟在 2038 年前逐步淘汰煤炭。

最近，政府将淘汰德国西部褐煤发电的法定时间从 2038 年提前到 2030 年。虽然目前尚不清楚这项安排将在多大程度上减少总体排放量，但可以明确一点：煤炭时代即将终结。

德国继续坚持其结束煤炭使用和加快能源转型的计划，这一点可从德国西部的情况中窥见一斑，当地已将法定退煤期限提前。在北莱茵-威斯特法伦州（NRW），弃用莱茵矿区褐煤的时间已提前八年至 2030 年。原定于 2022 年底关闭的两座电厂将继续保持并网状态，直到 2024 年 3 月 31 日，而莱茵集团（RWE）的所有其他褐煤电厂将在 2030 年前退役。通过修改《停止燃煤发电法案》，德国联邦经济和气候保护部、北威州经济事务、工业、气候行动和能源部以及莱茵集团之间这项谅解协议的执行在法律层面得到了保证。政府估计，此举将避免开采 2.8 亿吨煤炭，从而减排高达 2.8 亿吨的二氧化碳，这部分二氧化碳原本可能因 2038 年弃煤的推迟版方案而排放到大气中。然而，在极光能源研究公司（Aurora Energy Research）模拟的情景中，假设 2030 年后褐煤发电将无利可图——主要原因是天然气价格逐渐正常化，欧洲排放交易价格上涨——莱茵矿区在 2030 年提前淘汰煤炭将不会产生任何有意义的减排效果。因此，虽然目前尚不清楚这项安排将在多大程度上减少总体排放量，但它突显出德国的煤炭时代即将终结。



## 为应对危机而使用煤炭：吕策拉特

莱茵集团计划重新启用两座褐煤电厂，但将淘汰煤炭的日期提前，作为此折中方案的一部分，莱茵集团决定摧毁德国吕策拉特村（Lützerath）。在某些圈子里，这座小村庄的命运具有象征意义，据称，这表明德国是否会遵照《巴黎协定》和 1.5 度目标行事。该村只有几栋房屋，许多以前的居民早已卖掉他们的房产，搬到其他地方。如今，能源公司莱茵集团拥有这块土地的产权，清理和拆除工作于 2020 年开始。2022 年 1 月之前，气候活动人士在此定居了大约两年时间，以阻止吕策拉特被拆除，但未能成功。



## 德国东部退出无烟煤和褐煤的方案尚在讨论中。

关于争取在德国东部更早弃用褐煤的讨论正在进行中，但由于当地政界人士的强烈反对，情势变得更加复杂。2023 年 1 月，德国联邦经济和气候保护部长罗伯特·哈贝克（Robert Habeck）呼吁德国东部各州遵循北威州和莱茵集团之间的协议，将各自的退煤时间也提前到 2030 年，并警告说，2030 年后，德国的燃煤发电在经济上将不再可行。

及时弃用褐煤是一项更大挑战，而德国还剩下一些完全依靠进口煤炭运行的无烟煤电厂。德国将双管齐下，逐步淘汰这些电厂：2023 年 6 月之前，电厂运营商可以参加几轮拍卖，以获得国家支付的款项，最迟到 2026 年关闭工厂。针对这些剩余的工厂，监管机构将按照法律规定的途径制定逐步淘汰的时间表。该路径的最晚结束时间也是 2038 年，并且必须提前到 2030 年完全退出煤炭。



## 欧盟碳排放交易体系最近的变化以及可再生能源的快速增长，或将导致 2030 年之前，煤炭在德国变得不经济。

总体而言，德国政府强调，排放量只会在短期内增加。从长远来看，总体排放量不会超过任何计划目标，因为欧盟碳排放交易体系（ETS）规定的电力行业排放上限保持不变。欧盟于 2022 年 12 月就欧盟碳排放交易体系达成协议，将减排目标提高到 62%（目前为 43%）。在此背景下，随着煤炭使用日渐无利可图，欧盟甚至可能会加快淘汰煤炭，并在 2030 年之前达成目标。



总体而言，天然气危机可能导致能源转型加速，转化为更有雄心的气候行动。为了避免资产搁浅风险，减少对化石能源的依赖将至关重要。

在这方面，政界并未要求降低德国或欧洲的气候目标。如果有，雄心似乎着眼于加快向清洁能源转型，因为依赖进口的化石燃料能源体系所存在的问题已经像俄乌冲突开始以来那样明显地显现出来。德国退煤是毋庸置疑的，而且可能会加速。目前，德国能源结构变化的最大风险，在于有可能对液化天然气进口相关的新化石燃料基础设施产生依赖。可再生能源迅速扩张，碳价上升，德国和欧洲政界对 2045 年和 2050 年实现气候中和继续给予大力支持。受这些因素影响，超大液化天然气项目可能很快变成搁浅资产。

文 / Lutz Weischer、  
Martin Voß、陈志斌、  
Anastasia Steinlein、  
Magdalena Bachinger

本文由德国智库机构  
[Germanwatch](#) 和 [adelphi](#)  
授权转载。

## REHeatEU： 强化能源安全与气候保护的绝佳机遇

俄乌冲突使人们对建筑供暖的方式更加关注。一夜之间，对俄罗斯的能源依赖以前所未有的规模威胁着欧盟的经济。摆脱对俄罗斯能源供应的依赖变得迫在眉睫。2021年进口到欧盟的俄罗斯天然气中，有30%至40%用于建筑供暖。同样令人担忧的是，30%的温室气体排放来自建筑领域。如今，利用可再生能源解决方案来取代依赖化石燃料的建筑供暖成为实现能源安全和气候目标的重中之重。当前的能源危机是否会激发出在未来十年里以指数级规模推动建筑行业脱碳的“绿天鹅”呢？“绿天鹅”指的是对经济产生积极影响的意外事件。“这只非凡的鸟象征着变革的潜力，尤其是转型的潜力。”<sup>1</sup>



1. John Elkington (2020), *Green Swans, the Coming Boom in Regenerative Capitalism*



## 机遇

**可再生解决方案：**2021年，燃油、燃气锅炉与液体循环热泵的销量比例为5:1，但此后热泵的销量有了显著增长<sup>2</sup>。使用天然制冷剂的新型热泵可以提供更高的输出温度，这使得它们能够适用任何现有的库存建筑，热泵只适用于新建筑的日子已经一去不返了。事实上，热泵很可能就是那只“绿天鹅”。欧盟层面的一个目标是，到2030年，建筑用能中可再生能源的占比达到49%，而2020年为24%，具体计划包括到2027年安装1,000万个新的液体循环热泵，到2030年屋顶光伏安装量达到300GW。欧盟若想实现其2030年目标，热泵的年销量需要达到700万台（包括水源热泵和空气源热泵），到2030年将为欧盟节省210亿立方米的天然气，这“相当于2021年欧盟从俄罗斯进口的管道天然气的近15%”<sup>3</sup>。

**强大的欧洲制造业基础：**得益于雄厚的制造业基础，欧盟从第三国进口的供暖设备不到10%。然而，过去几年却出现了令人担忧的迹象：2015至2021年，供暖设备的贸易平衡出现恶化。5年时间里，欧中贸易从顺差2.49亿欧元转为逆差3.9亿欧元<sup>4</sup>。目前全球供应链的中断和美国《通胀削减法案》等政策给欧盟制造商带来了额外的压力。这正是加强产业政策能够真正发挥作用的时候，不但有助于缓解暂时的威胁，甚至还有助于加强欧洲的制造业基础。

**社会接受度和承受度：**在俄乌冲突之前，欧洲就已经有3,500万人生活在能源贫困之中<sup>5</sup>。虽然不断飞涨的能源价格使民众生活 and 经济发展遭受重创，但这显然也为加快建筑能效提升改造增加了理由。近期的数据显示，消费者对于可再生能源解决方案的偏好发生了明显的转变，尤其是热泵、光伏和自发自用模式。这一转变的速度和规模取决于两个因素：供暖系统的前期成本（水源热泵的前期成本仍是燃气锅炉的三到四倍），及其运行成本。每千瓦时的天然气与电力价格若能维持在1:2.5到1:3之间，将确保热泵相对于传统的天然气供暖解决方案的电费成本仍在可接受范围（当前价格详见 [energypriceindex.com](http://energypriceindex.com)）。

**速度和规模：**供给侧市场转型的速度和规模取决于（1）制造能力和（2）供应（材料和组件）以及（3）安装人员的储备。要实现欧盟的目标，需要将现有热泵制造能力增加三倍，同时减少常规供暖解决方案。通过欧洲范围内推出大规模的技能提升计划并创造就业机会，这是有可能实现的：150万安装人员中有一半需要进行培训，此外还需要额外招募约75万人<sup>6</sup>。

2. EHI (2021), Heating Market Report

3. IEA (2022), The Future of Heat Pumps

4. Euractiv (May 2022), Battle for Dominance in Heat Pump Markets; Joint Research Center (2022), Heat Pumps in the European Union.

5. Data from Eurostat.

6. EHI (June 2022), Heating Systems Installers.

多样化的建筑存量以及冬季的高峰需求：建筑形式是多样化的，这意味着需要多样化的供暖解决方案来满足不同的供热需求，包括区域能源。欧洲冬季的供暖需求平均是夏季的三倍。天然气基础设施是按照满足冬季更高的用能需求而建造的，但电力基础设施的建设并非如此，如下图所示。天然气的气体性质使它成为一种方便的能量载体，可以在较长的时间内进行存储。燃气-热泵混合解决方案，包括对现有已经安装的燃气锅炉的用户加装热泵实现混合供暖，可以利用这一潜力，以较低的系统成本解决季节性用能问题。



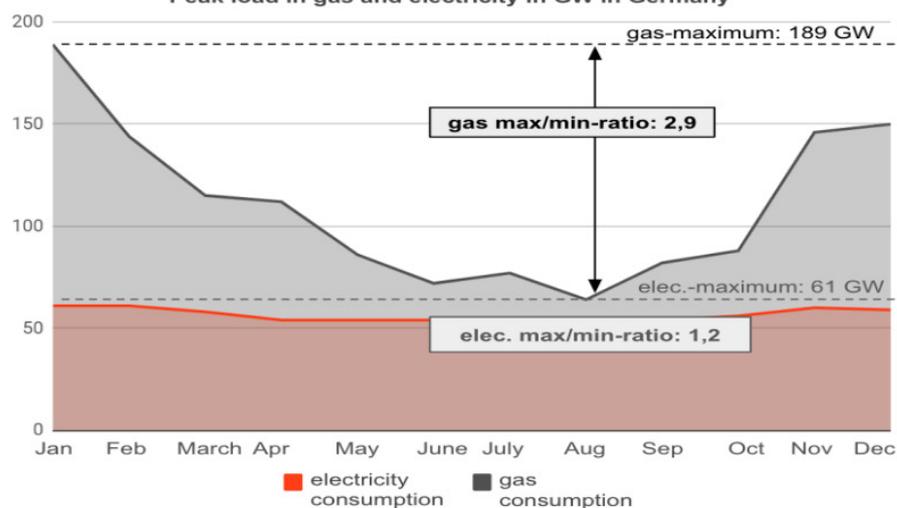
## 绿天鹅

不断变化的消费者偏好、私营部门的投资意愿和政策框架都可能是推动指数级变化的关键因素：也就是建筑脱碳的“绿天鹅”。

**消费者：**俄乌冲突引发的能源安全问题以及日益凸显的气候变化，正在消费者中引发真正的意识冲击。气候变化不再是科学家口中那个遥不可及的理论威胁，它的影响是看得见摸得着的，巨大且立竿见影。仅在2022年，欧洲就有超过1.5万人死于热浪<sup>7</sup>。像“未来星期五”（Fridays for Future）这样的活动对于许多人来说也是一种启示。这种意识上的冲击加上不断上涨的能源价格，可能已经转化为几十年来有可能发生的最大的市场变革的前提条件。根据欧洲供暖行业协会（EHI）的初步数据，与2021年相比，2022年燃气冷炉的销量总体下降了8%，而空气源热泵的销量则猛增了40%，各成员国之间差异显著<sup>8</sup>。

Figure 1: Challenges raised by seasonality of heating demand in buildings

Peak load in gas and electricity in GW in Germany



Source: Frontier Economics (2021), *Die Rolle von Wasserstoff im Wärmemarkt*.

7. WHO (November 2022), Statement – Climate change is already killing us, but strong action now can prevent more deaths.

8. EHI (November 2022), year-end forecast in 12 European countries. This report is not publicly available yet.



私营部门：这种意识冲击在私营部门同样明显。欧盟和国家层面的热泵目标，以及针对石油和天然气锅炉的可能出台禁令，都向投资者发出了强烈的市场信号。这使得欧洲在热泵领域的投资承诺达到40亿欧元<sup>9</sup>。

政策：通过实施新的欧盟能源和气候框架：REPowerEU和“Fit for 55”一揽子计划（到2030年在

1990年的水平上减少55%的温室气体排放），上述转型很可能会得到维持甚至加速。下表概述了即将出台的政策框架的潜在变革效果。

下表清楚地显示了政策可能带来变革的规模。我们应该密切关注欧盟、英国以及处在这些政策前沿的成员国（如德国、荷兰、法国和丹麦），因为其很多做法可能在可预见的未来将成为主流。

这种转型的速度和规模很难预测，因为在过去几十年里，市场一直相对稳定。然而，变化理论表明，技术变化通常在开始时较为缓慢，随后将呈指数级加速<sup>10</sup>。

通过出台法律法规来推动市场	通过补贴、税收与透明度机制来推动市场
禁止或限制在现有建筑中新建独立的油气锅炉 欧盟：2029年通过生态设计 德国：2024年，通过65%可再生能源法案 英国：2035年 荷兰：2026年 丹麦：2028年 奥地利：2040年	建筑物及个人供暖系统的资助计划 德国：复苏计划使供暖市场在2021年增长10%，2020年增长13% 意大利：Superbonus计划带来了20%的市场增长 欧盟：提供大量资金补贴（通过欧盟复苏计划、欧盟预算和排放交易计划产生的收入），通过“建筑能源效率指令”（EPBD）在2024/2025年之前结束对化石燃料供暖系统的补贴
在供暖领域逐步淘汰化石燃料，相当于在退役前强制改造现有设施 欧盟：2040年，通过EPBD 德国：逐步缩减，通过Gebäudeenergiegesetz 丹麦：2035年	为绿色解决方案降低增值税 欧盟层面：将绿色产品的增值税降低至国家层面允许的0% 德国：将光伏增值税从19%调整为0%
性能最差的建筑物的翻新要求 欧盟：按照EPBD的要求，2033年翻新升级现有建筑的15%* 荷兰、法国：类似的激励 * 欧盟委员会的建议是：2027年的F级非住宅，2030年后至少为E级；2030年的F级住宅，2033年后至少为E级。	设定透明度、面向终端用户的强制性能效标签和企业报告要求： 通过能效标签指令和企业可持续发展报告指令
公共建筑和社会住房的翻新要求 欧盟：3%的公共建筑 > 每年250平方米（可能包括社会住房）	为更环保的解决方案提供额外补贴 德国：从2023年1月开始，使用天然制冷剂的热泵最多增加5%； 未来：对环境生命周期足迹最低的产品给予额外补贴
新建和现有建筑加装光伏（或可再生能源）的要求 欧盟：到2027年，在所有现有和新建非住宅建筑上部署光伏，到2029年，在所有新建住宅建筑上部署光伏	能源价格（包括能源税、欧盟ETS延伸至建筑领域、价格上限）和电力市场设计：影响产品的相对总拥有成本、自消费模式的盈利能力和需求侧反应

资料来源：作者对现有立法和正在进行的修订法案的汇编整理。注：由于本表所列政策大多仍在讨论中，或处于起草阶段，或处于谈判阶段，因此仍然存在很大变数。

9. IEA (2022), *The Future of Heat Pumps*, table 3.4; see overview of national heat pump targets in table 1.1 of the same report.  
10. See for example: Ray Kurzweil (1999), *The Age of Spiritual Machines*.



## 产业政策

要想让欧洲保持价值创造、就业和可持续增长，就需要强有力的产业政策。我们正在见证欧盟和国家层面产业政策设计的范式转变，其中提出的某些建议甚至在两年前都是不可想象的，比如设立欧洲主权基金或为“欧洲制造”的清洁技术提供额外补贴。这里列出了供暖领域有效的行业政策的六个成功因素。

- 通过在研发、资本支出（直接资助和加速折旧）、技能和担保方面提供公共支持，提升欧盟的制造能力。可以利用现有工具，如欧盟创新基金和临时危机框架下的国家援助。
- 速度：支持措施，尤其是金融工具，必须立即发挥作用，并加快交付时间。例如，“欧洲共同利益重要项目”的批准期限就不适合热泵项目。通过给欧洲工业足够的时间来提高生产能力，可以避免不得不进口可再生能源解决方案。
- 技能：利用欧洲社会基金和其他工具，如欧盟技能公约，吸引和培训安装人员（见上文）。
- 监管的确定性：“Fit for 55”一揽子计划与国家措施相结合，将成为投资的强大推动力。优先事项是要将这些投资引导到支持环境友好、循环和资源高效的解决方案。大多数欧洲供暖产品制造商认为，到2027年增加生产能力以达到1000万台热泵的目标与更高的环境目标（例如通过F-gas和REACH法规）之间并不冲突<sup>11</sup>。
- 针对终端用户的补贴：优先事项是在产生规模经济和通过创新使得生产成本进一步下降之前，确保对低碳解决方案的需求。行为经济学表明，前期成本对消费者最终决策的影响大于总拥有成本；因此在设计国家补贴计划时，必须考虑到这一点。对“欧洲制造”产品的额外补贴也将对以欧洲为基地的制造业产生强大的吸引力。
- 供应链：对欧洲关键部件（如压缩机、半导体和电力电子）的生产能力进行评估和支持，促进供应多样化——例如，将《欧洲芯片法案》的框架扩展到其他关键的清洁技术。

11. EHI (2022), position papers shared with EU policy makers.



## 长期展望

到 2030 年，建筑中的绿天鹅将引发热泵的指数级增长，掀起一场巨大的改造浪潮，数百万的产消者（既消费又生产能源的参与者）将从自发自用和向电网出售灵活性中获得收益。然而，还有一个悬而未决的问题，那就是绿色气体在建筑中的作用。

EHI 委托进行了一项研究，比较了供热存量到 2050 年完全实现碳中和的全电气化情景（路径 A）以及平衡混合情景（路径 B）。研究结果预测，在后一种情况下，2050 年天然气需求将下降至 460 太瓦时，而 2020 年将下降至 1,280 太瓦时。与此同时，热泵的峰值负荷需求降低了 50%，到 2050 年可累计节省 3,450 亿欧元。

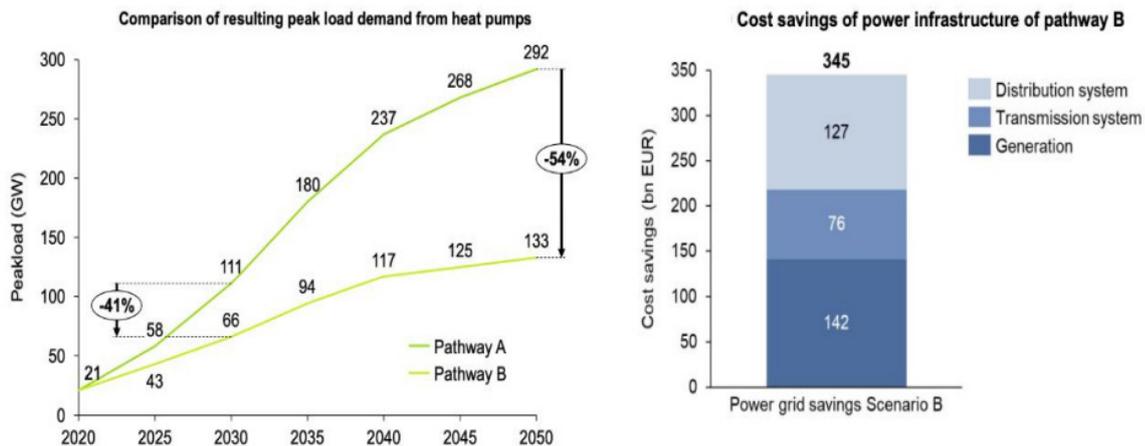
绿色气体的可及性对于其他难以减排的行业而言至关重要。然而，2050 年可使用的绿色气体的数量及其成本是不确定的。有些评估数据显示出积极的信号，例如：

- 据估计，欧盟的生物甲烷生产潜力为 1,350 太瓦时<sup>12</sup>。
- 欧盟的氢生产潜力约为 1,710 太瓦时<sup>13</sup>。

假设建筑所需的 460 太瓦时天然气有一半由氢气满足，另一半由生物甲烷满足，这意味着，在这个预估中，只有 13% 的可用氢气供应将用于建筑领域。

供热设备已准备好使用绿色气体。仍然需要进一步评估能源供应安全和资源充裕性的成本效益，以便以尽可能低的成本满足季节性的供暖需求。

Figure 2: Cost savings resulting from lower peak load demand in a green gas scenario for a decarbonized building stock



Source: Guidehouse (2022), *Decarbonisation Pathways for the EU Building Sector*.

12. IEA (2020), *Outlook for Biogas and Biomethane*.

13. Guidehouse (2019), *Gas for Climate Study*.



## 结论

建筑领域的脱碳为加强能源安全和气候保护提供了一个独特机遇。政策、不断变化的消费者偏好以及私营部门的投资意愿表明，我们可能会在这个十年里目睹建筑领域的“绿天鹅”事件。那只绿天鹅很可能以热泵的形式展现。用马丁·菲斯曼教授的话来说，这对我们每个人“是一个千载难逢的书写气候历史的机会”<sup>14</sup>。也许欧盟在俄乌冲突后采取的能源安全战略应该被称为 REHeatEU，而不是 REPowerEU。

文 / Alix Chambris

本文原载于《牛津能源论坛》（[Oxford Energy Forum](#)）第35期，  
由牛津能源研究所授权转载。

14. Viessmann (2022), speech delivered during the visit of Chancellor Olaf Scholz in the factories of the Viessmann Group on 9 August.



## 能源危机如何“带火” 欧洲热泵市场？

在供暖脱碳方面，热泵被人们普遍认为是最重要的技术。包括国际能源署（IEA）和麦肯锡公司（McKinsey）在内的研究机构都认为，在通往净零排放的道路上，热泵将满足未来大部分供暖需求。

直到最近，热泵的销量一直难以取得飞跃，但这种情况正在迅速改变。Carbon Brief 此前发布一篇客座文章中报道了热泵销量在 2021 年实现了两位数增长。自那以后，俄乌冲突及由此引发的能源危机以及相关政策干预进一步推动了欧洲热泵安装量的增长，达到了前所未有的新高。

2022 年，欧洲热泵销量首次达到 300 万套，同比增长 80 万台（38%），是 2019 年时的两倍。波兰、捷克和比利时的销量在一年内也均翻了一番。

驱动热泵销量暴涨的一个主要因素在于成本：2022 年，天然气和石油价格飙升，尽管许多国家的电价也出现了大幅上涨，但从运行成本上讲热泵仍处于优势。

政策的进一步变化可能会继续促进热泵的普及推广，本文将着眼于其目前和未来在欧洲市场上的普及情况。

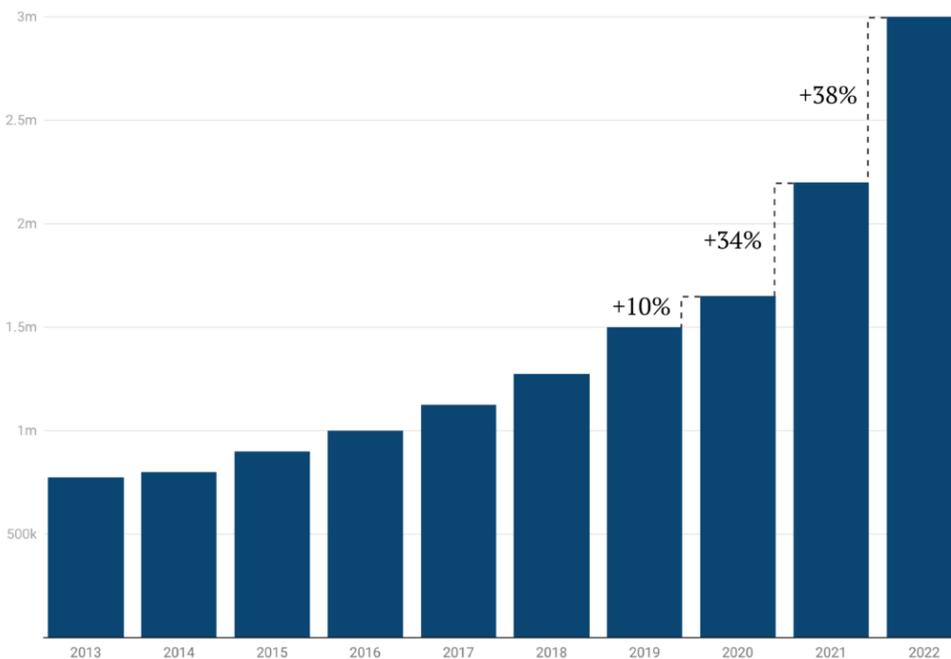


## 不断扩大的市场

初步统计数据 displays, 欧洲在 2022 年安装了 300 万套热泵系统, 同比增长 38%。这个增速是建立在 2021 年 34% 的增长基础上, 且远高于之前年同比增长约 10% 的常态。其加速趋势如下图所示。

欧洲国家的热泵市场可以分为三类: 成熟市场、新兴市场和休眠市场。欧洲的成熟市场包括北欧国家、瑞士和法国, 这些国家长期以来一直在大量安装热泵, 因此年增长率往往较低。

### A record 3 million heat pumps were sold across Europe in 2022



Created with Datawrapper  
Source: EHPA. Chart: Carbon Brief.

CarbonBrief  
CLEAR ON CLIMATE

2012-2022 年  
欧洲热泵年销量。

来源: EHPA。  
图表由 Carbon Brief 使用 Datawrapper 绘制。



德国、波兰和荷兰等新兴市场近期热泵销量增长迅速。休眠市场包括爱尔兰（无 2022 年数据）、葡萄牙和英国。

2022 年最值得注意的是成熟市场和新兴市场的快速增长，以及英国等休眠市场的复苏迹象。

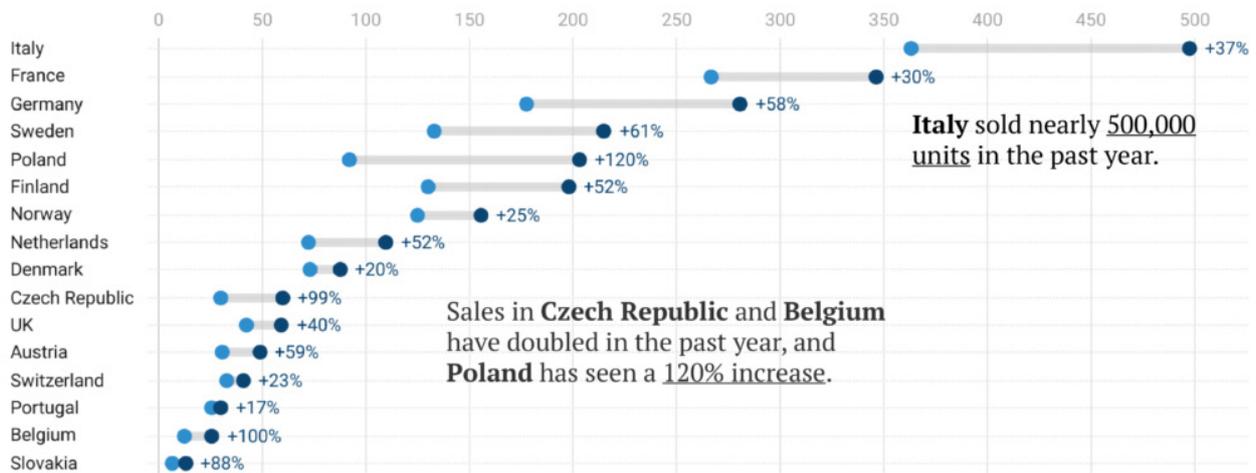
下图显示了一些欧洲国家在 2021 年（浅蓝色圆圈）和 2022 年（深蓝色圆圈）的热泵销售情况。每个柱状图的末尾显示的是两年间销量增长的百分比。

即使是非常成熟的芬兰市场在 2022 年热泵销量也惊人地增长了 50%。芬兰政府提供了高达 4,000 欧元的补助，以推动替代燃油供暖。

同样，挪威已经是世界上热泵普及率最高的国家，大约有三分之二的家庭都在使用，且几乎所有的新安装的供暖系统都采用热泵技术。尽管如此，挪威在 2022 年的热泵销售仍然强势增长了 25%。

## Heat pump sales in Europe have increased 38% in the past year

Total sales for 2021 and 2022, thousands



Created with Datawrapper

Source: Various national sources and EHPA. Chart: Carbon Brief



2022 年欧洲热泵市场的增长情况，按国家、销量和增长百分比。

来源：EHPA、SULPU、UNICLIMA、BWP、Duurzaam Verwarmd、NOVAP、PORT PC、SKVP、FWS。图表由 Carbon Brief 使用 Datawrapper 绘制。

尽管瑞士长期以来都有安装热泵的传统，市场也很成熟，但其 2022 年的热泵销量仍然实现了 23% 的增长。2022 年，该国销售的所有供暖系统中有三分之二是热泵。为了给清洁供暖技术创造公平的竞争环境，瑞士于 2008 年起对供暖燃料征收碳税，目前约为 120 欧元 / 吨。此外，各州管理的联邦补助计划也起到了促进作用。

作为一个成熟的热泵市场，瑞典在 2022 年也取得了 61% 的惊人涨幅。瑞典自 20 世纪 90 年代开始征收碳税，到 2021 年达到 115 欧元 / 吨，这一直是其热泵市场背后的主要推动力。



## 销量翻番

虽然欧洲的成熟市场在2022年创造了惊人的增长记录，但热泵销量增长最快的却是新兴市场。比利时、捷克和波兰这三个国家的热泵市场在一年内几乎翻了一番。

在气候政策方面，波兰一直被视为落后者。然而，该国的供暖市场变化迅速，目前近三分之一的新供暖系统使用热泵提供服务。此外，波兰热泵销量在2022年增长了一倍多，同比增长120%，可能是有史以来增长最快的一年。从增长数量上说，波兰2022年的热泵销量增长在欧洲排名第二，仅次于意大利，击败了拥有更成熟热泵市场的大型经济体，如法国、德国和瑞典。2018

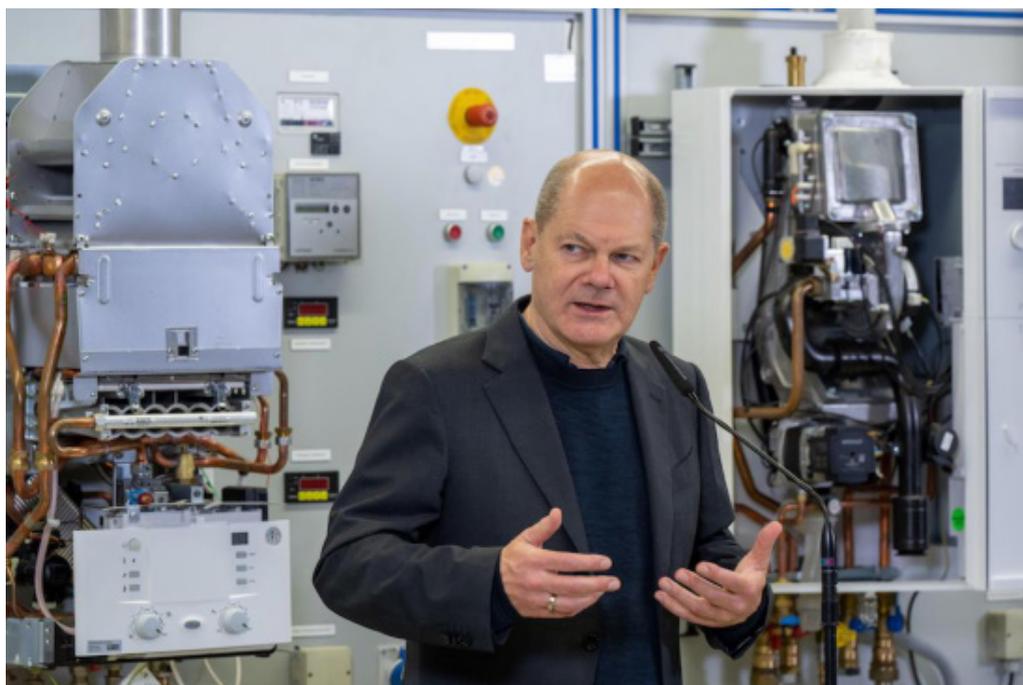
年波兰清洁空气计划的改革为热泵提供了更多的支持。与此同时，由于化石燃料价格上涨推高了能源成本，热泵的运营成本在经济上变得更具吸引力。

2022年，另一个热泵销量增长快速的国家是比利时，其热泵普及程度一直相对落后，安装率在欧洲处在最低水平。然而，2022年，该国的热泵市场销量翻了一番，增加了约1.3万套。同样，捷克热泵市场的销量也从2021年的3万套增长到6万套。

斯洛伐克的热泵销量在2022年也创纪录增长了88%。据斯洛伐克制冷、空调和热泵协会的主席Vladimir Orovnický介绍，尽管该国的绿色家园计划（Green Houses Program）继

续为热泵提供高达3,400欧元的补助，但热泵的高速增长主要是出于民众对能源安全问题的担忧，而非由政府政策推动。

德国是欧洲最大的供暖系统市场之一，其热泵销量在2022年创纪录地增长了53%。一个重要的推动因素是，政府宣布到2024年1月1日，所有新安装的供暖系统都需要使用至少65%的可再生能源，比最初计划提前两年。天然气和石油价格的上涨可能也是导致这一增长的原因之一。2021年，德国对供热用天然气和石油实施了碳价政策，将从目前的30欧元/吨上调到2025年的45欧元/吨。这很可能会带动热泵销量进一步增长。



2022年10月22日，德国总理朔尔茨在参观工艺协会培训中心时，在一面安装了各种采暖设备用于培训的展示墙前发表讲话。

图源：Peter Kneffel / dpa / Alamy Stock Photo

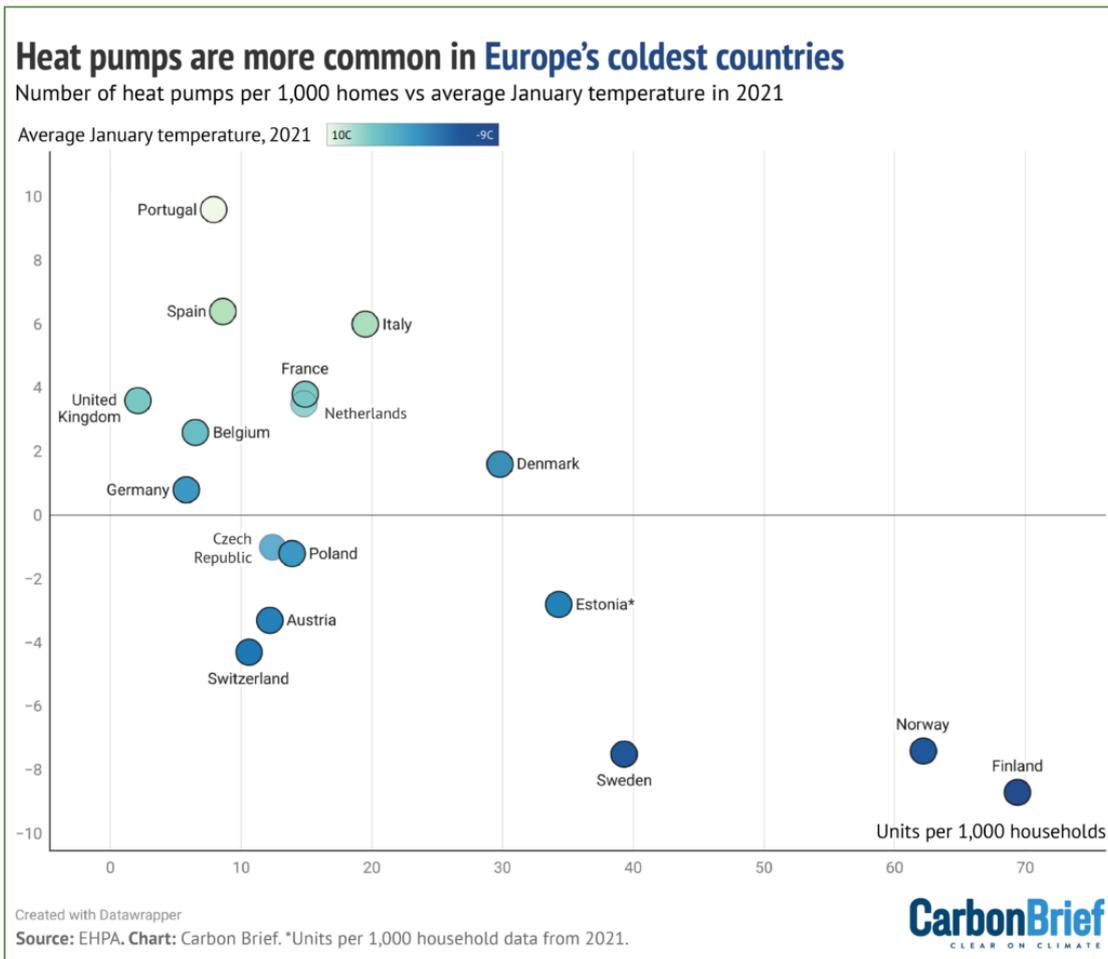
作为欧洲历史上最大的热泵市场之一，法国在 2022 年创下了空气 / 水源热泵销售的新纪录，从 2021 年的 26.7 万台增长到约 34.6 万台，增长了 30%。然而，其化石燃料锅炉市场在 2022 年却相应出现了急剧下滑，天然气和石油冷凝锅炉的销量下降了 30%。法国为安装热泵提供了慷慨补贴，低收入家庭能够获得更高的补助。



### 寒冷的气候

2022 年，除了热泵销量强劲增长令人瞩目外，其销量的地理分布观察起来也很有意思。事实上，转向采用热泵供暖的不仅仅是那些处在气候温暖地区的国家。相反，在最寒冷的气候条件下，热泵的普及率却是最高的。

在欧洲，2022 年每千户家庭中安装热泵数量最多的四个国家分别是芬兰、挪威、瑞典和爱沙尼亚。这四个国家冬季的气温也最为寒冷，如下图所示 (y 轴和深蓝色阴影)。



2022 年每千户家庭的热泵安装量与 1 月份平均气温的对比。

来源：EHPA。图表由 Carbon Brief 使用 Datawrapper 绘制。

事实证据表明，人们经常听到的热泵不能在寒冷气候条件下工作的说法是错误的。虽然在最寒冷的天气里，热泵的效率相对较低，但性能并不会受到很大影响。德国的现场实测数据显示，当外界温度为 $-3.6^{\circ}\text{C}$ 时，空气源热泵热水系统每单位电力仍能产生2单位以上的热量（平均性能系数COP为2.3）。即使在低于 $-10^{\circ}\text{C}$ 的温度下，热泵的COP仍为1.6。同样，芬兰对不同制造商的空气源热泵空调系统进行的测试结果显示，在 $-10^{\circ}\text{C}$ 时COP为3，在 $-20^{\circ}\text{C}$ 时COP为2。



## 未来展望

高昂的化石燃料价格使得热泵的经济性得以凸显，通常比燃气或燃油供暖更为便宜。尽管石油和天然气价格已从去年的创纪录高位回落，但未来几年不太可能重回以前的低位水平。

与此同时，欧盟排放交易体系（EU ETS）将从2027年开始对供暖燃料产生的碳进行定价，这将使得热泵的经济性得到进一步凸显。

一些国家已经宣布了淘汰化石燃料供暖的日期，不过具体如何实施还有待观察。欧盟委员会还提到，到2029年，可能会逐步停止销售化石燃料供暖系统，如果这一提案被采纳，可能会引发欧盟成员国更大范围转向热泵供暖。

美国和英国目前正在讨论清洁供暖标准等新的政策工具，可能会规定安装特定数量的清洁供暖系统。除了欧盟现有的政策和法规外，上述清洁供暖标准有望在未来几年扩大欧洲热泵市场方面发挥重要作用。

最后，欧盟对可再生能源指令（RED）的修订也可能会为各成员国部署热泵提供激励。RED设定了增加采用可再生能源供暖和制冷的目标，但现行指令仅鼓励在建筑物中低效使用可再生能源。

RED指令当前鼓励使用效率较低的技术，如生物质锅炉，并且没有考虑到供暖和制冷时消耗的电力。欧洲议会和理事会目前正在考虑对RED进行修订，可能会将热泵用电也考虑在内。如果被采纳，这有望成为热泵市场发展的另一个推动力，各国可利用它们来增加可再生能源供暖和制冷的份额。

文 / Jan Rosenow，睿博能源智库欧洲项目主任  
Duncan Gibb，睿博能源智库高级顾问  
本文依据知识共享协议最初发表于 [Carbon Brief](#)。

## 中国航空业减排： 可持续燃料潜力几何？

使用可持续航空燃料可以帮助航空业减排，但是该产业在中国的发展受到了成本和产能的制约，需要在政策引导下发展。



2017年11月20日，中石化石油化工科学研究院的一名科学家在北京的研究基地展示了生物航空煤油和餐饮废油。  
图片来源：Alamy

如果要想实现 2050 年的净零排放目标，航空业必须在未来几十年克服一些重大挑战。国际航空运输协会 (International Air Transport Association, 简称 IATA) 估计，届时，航空公司将运送 100 亿名乘客，是 2019 年疫情前 40 亿人次的两倍多。该行业主要寄希望于发展可持续航空燃料以实现其净零目标。IATA 预计，到 2050 年，此类燃料将提供该行业 65% 的减排量。

中国是继美国之后的第二大航空市场。根据国际清洁交通委员会 (International Council on Clean Transportation, 简称 ICCT) 发布的一篇分析，2019 年中国航班排放了 1.03 亿吨二氧化碳 (MtCO<sub>2</sub>)，占全球航空排放量的 13%。虽然目前航空业碳排放仅占中国整体碳排放的 1% 左右，但是中国传统重工业（如钢铁水泥）所造成的碳排放已进入平台期并预计在未来十年左右开始下降，而正处于持续增长期的航空业占中国总排放量的比例将会增加。在疫情之前发表的一篇研究论文预测，到 2050 年，中国民航的排放量将达到 5.16 亿吨，是 2019 年的五倍。

目前，可持续航空燃料行业在中国仍处于发展初期。2022 年年底，北京大学能源研究院发布报告指出，中国的可持续航空燃料生产颇具潜力，其原料（比如废弃油脂、农林业废弃物、城市有机固体废物等）在国内分布较广，可利用量大。但由于国家层面缺乏明确的顶层设计，供需市场还没有被激活，同时，该行业在投资扩能、生产技术商业化、降低成本等方面还存在着一定障碍和瓶颈，



## 什么是可持续航空燃料？

可持续航空燃料是一种用于商业航空的液态燃料，一般指由各种可持续重复获得的原料（生物原料或合成原料）经过化学反应生成的化石燃料替代品。比起传统化石燃料，它可以减少 80% 甚至更多的二氧化碳排放，具体取决于技术、原料和运输方式。可持续航空燃料的好处在于，产品可以直接掺混在化石燃料中（掺混比例一般被要求不超过 50%），不需要对机场基础设施或飞机进行任何重大改动。从技术角度来说，未来实现 100% 使用可持续航空燃料并不存在太大难度。

根据美国材料试验协会 (American Society for Testing and Materials International, 简称 ASTM International) 的标准，商业生产可持续航空燃料有 9 种技术路径。中国已经投产和预计投产的项目均采用酯类和脂肪酸类加氢工艺 (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids, 简称 HEFA)，即将动植物油、废油或者脂肪通过氢化加工提炼成航空燃料。该技术路线已处于成熟水平，全球大多数可持续航空燃料的生产采用此技术。

费托合成工艺 (Gasification/Fischer-Tropsch, G+FT) 也被全球主要燃料提供商重点关注。该工艺已被应用在大型的天然气液化和煤炭液化设施中。考虑到可持续性，利用 G+FT 工艺路线生产 SAF 产品，要求原料不能是化石原料，而是生物质、城市固体废物或工业废物等。

用电转液工艺 (Power to Liquid, 简称 PtL) 最具减排潜力：由电解水产生氢气，再与 CO<sub>2</sub> 合成转化为碳氢化合物燃料。电解水过程可以通过光伏和风能提供电力，同时对从其他途径捕集来的 CO<sub>2</sub> 加以利用。理论上来说，PtL 生产航油在全生命周期内最高可实现 99%-100% 的减排。但该技术仍在起步阶段，离商业化和规模化仍有一段距离。

据 IATA 估计，为了在实现航空业 2050 净零排放，可持续航空燃料的应用量需达到 4,490 亿升（约 3.58 亿吨），而这个数值在 2020 年仅是 5 万吨。



尽管净零目标雄心勃勃，但 IATA 承认航空业无法从源头上完全消除排放，需要使用各种抵消机制来减少其余排放。国际民航组织于 2016 年通过了国际航空碳抵消和减排计划（Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, 简称 CORSIA）：如果航空公司的碳排放超过了 2020 年水平，该公司必须从其他部门购买减排量，以补偿自身碳排放的增加。此外，他们还可以使用低碳的“符合 CORSIA 标准”的可持续航空燃料。

然而，CORSIA 的可信度遭到了大量的质疑，因为该计划无法保证航空公司为抵消其排放而购买的碳信用额度是高质量的。2021 年的一项调查发现，航空公司使用的森林保护碳抵消市场存在严重的可信度问题，专家警告该系统存在缺陷，可以产生没有气候效益的信用额度。

IATA 设想随着可持续燃料等新技术的普及，对碳抵消的需求将会减少。但是 65% 的净零目标需要通过使用 3.8 亿吨可持续航空燃料实现，而 CORSIA 并没有一份推广可持续燃料的坚实计划。想要实现这种规模的增长，航空业面临着多重挑战。



2017 年 11 月 21 日，海南航空一架载有 186 名乘客和 15 名乘务员的波音 787 飞机从北京首都国际机场起飞，降落在芝加哥奥黑尔国际机场，这是中国航空公司首次使用食用油混合航空燃料进行国际飞行。

图片来源：Alamy



## 成本高

发展可持续航空燃料面临的最大阻力之一就是成本，包括技术成本和环境成本。据 ICCT 的分析，总体而言，不同技术路径生产可持续航空燃料的成本是当今喷气燃料价格的 2~6 倍。由于燃料成本占整个民航业运营成本的 25%~40%，使用可持续航空燃料替代当前的化石燃料，势必会增加航空公司的营运成本，因此航司也许会更愿意购买碳抵消，而不是投资可持续航空燃料。

此外，航空业还在从疫情带来的乘客减少的影响中恢复。2021 年中国航空业完成旅客运输量 4.4 亿人次，比 2020 年增长了 5.5%，但是较疫情前（2019 年）的水平下降了 33%。航空公司面临着巨大的生存压力。不难想象，这会进一步影响航空公司推进可持续航空燃料的意愿和进度。

另一个需要关注的问题是环境成本。仅使用符合 ASTM 技术要求的燃料产品并不能保证其可持续性，可持续航空燃料产品仍需满足业界认可的可持续认证，如国际可持续发展和碳认证系统 (International Sustainability & Carbon Certification, 简称 ISCC) 和可持续生物材料圆桌会议认证 (The Roundtable on Sustainable Biomaterials, 简称 RSB)，通过生命周期分析证明整体碳排放量减少。

ICCT 报告显示，在上述的主流技术路径中，HEFA 燃料的生产成本是最低的，但并不是所有 HEFA 燃料都能够减少温室气体排放。燃料来源不同可能效果迥异：甘蔗或棕榈油等油籽生产燃料不仅成本高于石油喷气燃料，而且生命周期上会产生更多的温室气体排放。此外，直接使用植物油为原料生产燃料，会对粮食安全造成压力，且可能造成土地利用方式变化（如导致森林砍伐）。

欧盟于 2018 年修订了《可再生能源指令》，计划到 2030 年逐步淘汰棕榈油，以及大多数以粮食为原料的第一代生物燃料。为了应对欧盟此举对经济的影响，棕榈油的主要生产国印尼和马来西亚积极扩大对印度和中国的出口。2022 年，中国国有企业投资 60 亿马币（约合 13.5 亿美元）在马来西亚生产加氢植物油和可持续航空燃料。



9 月，北京大兴国际机场开放运营，可容纳每小时 300 架次航班起降。

图片来源：Alamy



## 产业链有待打通

北京大学能源研究院的报告估计，中国目前 HEFA 技术路线下的可持续航空燃料产能为 15 万吨/年，而 2021 年中国航油消费量为 2647 万吨。总体来看，中国可持续航空燃料供应量规模还小，远不能满足航空业巨大的碳减排需求。

但是生产可持续燃料绝非易事。中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司（简称镇海炼化）是中国最早开展可持续航空燃料系统性研发和生产的公司。他们 2022 年 6 月首次生产出了可持续航空燃料，其生物燃煤工业装置每年可以处理 10 万吨餐饮废油。镇海炼化发展科技部科技室主任黄爱斌总结道，从生产企业的角度来看，迄今为止中国的可持续航空燃料产业链尚未建成，主要是受到生产成本低、原料供应稳定性和市场需求连续性的阻碍。

从可持续的角度来说，中国所使用的 HEFA 工艺最理想的原料是餐饮废弃油，也就是我们俗称的“地沟油”。由其作为原料生产的可持续航空燃料产品不仅成本低，而且符合可持续要求：既不与粮食作物或水供应竞争，也不会造成森林退化或生物多样性方面的损失。

国内规模大、处理水平比较高的工厂一般都将预处理过的地沟油出口至欧洲等地区。中外对话的一篇文章解释过，运输和加工的高成本意味着用废食用油制成的生物柴油比标准柴油成本更高。如果政府

不给予补贴，燃料制造商就没有动力购买它。这就是为什么除了作为燃料或工业原料的一些有限应用外，中国的大部分生物柴油都出口到欧盟。

国内生产生物柴油（尤其是生产加氢植物油，也称为第二代生物柴油）的企业也可以过渡到可持续航空燃料生产。报告估计，如果将中国现有及规划的第二代生物柴油产能进行改扩建用以制备可持续航空燃料，加上目前已有的产能，预计 2025 年 SAF 的总潜在产能可达 205 万吨，供应量届时可达中国当年航油总消费量的 4.5%。

不过，中国目前对符合国家标准生物柴油执行免征消费税和 70% 增值税即征即退政策，鼓励企业生产。反观 SAF 行业，目前尚没有针对性的扶持措施，企业难以有动力转换生产可持续航空燃料。

“餐饮废油的收运费用高，因此使用其作为原材料有很强的地域性。”——黄爱斌，镇海炼化发展科技部科技室主任

黄爱斌表示，餐饮废油的收运费用高，因此使用其作为原材料有很强的地域性，中石化正计划在不同区域布局工厂，但是未来是否会进一步加大投入，还需视市场需求而定。“只有在航空公司有稳定需求、能够持续下订单的情况下，这套设备的生产才有经济性可言”。

然而从航空公司的角度来说，

虽然民航局在《“十四五”民航绿色发展专项规划》中提出到 2025 年可持续航空燃料消费量达到 5 万吨的指标，但是航空公司完成该指标的路径措施尚不明朗。正如报告指出的，“中国航空公司大部分属于国有企业，一般会根据中央政府的相关政策和规划，才会统一落实可持续航空燃料相关工作。”

迄今为止，国航、东航和海航都进行过可持续航空燃料的相关飞行活动。不过，在这些试飞后中国的航空公司并未趁热打铁加大力度推行商飞。香港国泰航空行动则相对积极，已经承诺到 2030 年将可持续航空燃料使用量提升至总航油消耗量的 10%。

国泰航空的气候变化总监邢子恒在发布会上表示，航空公司使用可持续航空燃料所产生的溢价可以和乘客分摊，尤其是加入科学碳目标倡议 (The Science Based Targets initiative, 简称 SBTi)、承诺减少碳排放的企业大客户。SBTi 支持企业使用不同方法设定碳目标，并对企业设定的目标进行验证。SBTi 的航空指南明确表示，商务旅行是金融机构、专业服务公司等组织最大、最重要的排放类别之一。指南列出的减排方案包括减少旅行、转变出行方式（乘坐高铁而不是飞机）以及乘坐使用可持续航空燃料的航班等，因此这些企业客户愿意为更环保的航空旅行支付额外费用。



## 需要政策引导

航空业亟需政策干预来建立可持续航空燃料市场，激励大规模投资可持续航空燃料生产，以及技术路线的商业化。

在欧洲和美国，政府均设定了具体的掺混指令要求。比如，ReFuel 欧盟航空倡议 (ReFuel EU Aviation initiative) 提议所有从欧盟机场起飞的航班都要掺混一定比例的可持续航空燃料，从2025年的2%开始，到2030年达到5%，并预计2050年达到63%。拜登政府新公布的可持续航空燃料政策提出通过支持生产商，到2030年将可持续航空燃料的产量提高到至少30亿加仑/年（约400万吨）。

可持续航空燃料产业在中国目前并没有系统性的顶层规划。北京大学能源研究院特聘研究员杨富强告诉中外对话，民航局应该制定一

个硬性规定，哪怕只是要求1%的航空燃油必须使用可持续航空燃料，就能够带动整个行业运作起来。产业链打通后再逐渐提高可持续航空燃料的掺混比例，发挥其减排潜力。而针对航空旅行的成本问题，他认为可以在比较拥挤的航线上或者对商务舱的旅客收取更高的费用，进行价格调控。

考虑到其原料供应有所限制，长期来看，HEFA路线的整体产能不会出现迅猛增长。相比之下，G+FT技术以农林废弃物、城市固体废弃物和工业废弃物为原料，PtL技术几乎不需要担心原料问题，一旦技术日趋成熟，就能够扩大产能。

杨富强认为，从中长期的角度看，PtL路线不仅减排潜力显著，而且不用担心原料问题。在中国有丰富的可再生能源资源的情况下，如

果能够获得足够的政策支持，并通过规模效应和技术突破，实现成本的大幅下降，有望成为航空业减排的最佳方案。

杨富强也期待航空业能够纳入中国的碳市场交易，激励航空公司通过转向低碳可持续燃料实现减排。2011年碳排放权交易地方试点工作在7个省市启动，其中上海是国内唯一一座把航空业纳入碳交易的试点城市。而全国碳排放交易体系于2021年开始投入运行，目前只纳入了电力行业一个行业。国家发展改革委2016年的一份文件提出，全国碳排放权交易市场第一阶段将涵盖航空等重点排放行业，不过政府目前尚未公布实现上述计划的具体措施。

文 / 牛雨晗

本文基于知识共享协议最初发表于“中外对话”。



## 每月新闻速览

### 欧盟出台《净零工业法案》推动制造业发展

3月16日，欧盟委员会公布了《净零工业法》的立法建议，旨在为促进欧盟清洁技术制造业建立一个监管框架，确保到2030年其制造能力接近或达到欧盟需求的40%。40%的数字是一个政治目标，不具有法律约束力。

这项草案还计划加快对清洁技术的审批许可和增加融资渠道。受支持的技术包括太阳能、风能、电池及储能、热泵和地热能、电解槽和燃料电池、沼气/生物甲烷、碳捕集、利用和储存以及电网技术。根据该法案，到2030年每项技术五分之二产能应部署在欧盟，尽管这并不构成法律义务。

该草案还设定到2030年，欧盟战略二氧化碳储存地点的注入能力达到每年5,000万吨。此外还将设立欧洲氢能银行，以支持可再生氢能在欧盟内部的应用，以及从国际合作伙伴进口可再生氢能。

[+ More](#)

### 欧盟委员会推出电力市场改革提案

欧盟委员会于3月14日公布了改革欧盟电力市场的提案，旨在通过向消费者提供更多保护、促进可再生能源发展和支持需求侧参与方面的多项措施，来应对天然气价格的波动。该提案还包含一些鼓励欧盟公民更积极参与能源市场的举措，给予消费者更广泛的合同选择和更清晰的市场信息。提案中还建议引入调峰产品，以刺激需求侧的灵活性，更好地适应供求变化。提案还倡导使用长效市场工具，如直接购电协议（PPA）和双向差价合约（CfD），以帮助保护消费者免受价格波动的影响。

[+ More](#)

### 欧盟要求到2030年减少11.7%的能源消耗

欧盟立法机构已经同意在2030年之前在整个欧盟范围内强制削减至少11.7%（或平均每年1.5%）的能源消耗。《能源效率指令》还规定了一个强有力的监测和执行机制，以确保成员国实现这一具有约束力的欧盟目标。

[+ More](#)

### 欧盟将延长削减天然气需求的紧急措施

欧盟委员会希望延长应对能源危机的紧急措施，在未来 12 个月内继续将欧洲天然气需求削减 15%。现有措施原定于 2023 年 3 月底到期，该措施在 2022 年 7 月至 2023 年 1 月的供暖季期间成功削减了 19% 的天然气消费。欧盟委员会的分析显示，在全球天然气市场供应预计仍将吃紧的情况下，为了避免下一个冬天的供应安全问题，将这一措施再延续一年至关重要。

[+ More](#)

### 欧盟出台全球首个绿色债券标准以打击“洗绿”现象

欧盟近日达成了一项“全球首创”的协议，就绿色债券的发行标准达成一致，以助力实现欧盟净零目标。这些规则为成员国制定了统一的标准，但履行方式为自愿。这些规则将使投资者能够识别高质量的绿色债券和公司，从而减少“洗绿”现象或夸大的环保声明。

[+ More](#)

### 欧盟委员会放宽对清洁技术的国家援助规定

3 月 9 日，欧盟委员会通过了临时危机和过渡框架（TCTF），进一步放宽了对清洁技术的国家援助条件。新规定给予了成员国更大的灵活性，以设计和直接实施清洁转型战略部门的支持措施，包括对电池、太阳能电池板、风力涡轮机、热泵、电解器和碳捕获使用和存储等战略设备的制造，以及关键部件的生产和相关关键原材料的生产和回收的投资支持。新规定将适用至 2025 年底。

[+ More](#)

### 欧盟 11 国组建核能联盟

近日，包括保加利亚、克罗地亚、捷克、芬兰、法国、匈牙利、荷兰、波兰、罗马尼亚、斯洛伐克和斯洛文尼亚在内的 11 个欧洲国家的能源部长齐聚一堂，共同签署了一份联合声明，承诺将加强欧洲范围内整个核供应链上的密切合作，并推动新一代产能以及小型核反应堆等新技术的“共同工业项目”。联合声明承认核能在实现净零目标和脱碳方面的作用，同时敦促欧盟机构在正在讨论的所有立法文件中应更多地将核能考虑在内。

[+ More](#)



## 英国将启动第五轮差价合约招标

英国政府在其 2023 年春季预算中为第五轮可再生能源差价合约 (CfD) 招标划拨了 2.05 亿英镑 (2.3439 亿欧元) 的补贴预算。这其中 1.7 亿英镑将用于补贴海上风电等现有技术, 3500 万英镑将用于地热、浮式风电等新兴技术, 还有 1000 万英镑将用于补贴潮汐能技术。CfD 是英国推出的一项政府计划, 旨在通过支持新的低碳发电项目来改善国家能源安全, 为发电项目提供价格保障。截至目前该计划已帮助英国实现了近 27GW 的低碳发电产能。春季预算还宣布将投资 200 亿英镑用于碳捕获, 同时还将成立一家国有的英国核电公司 (GBN), 以支持新的核电站建设。

[+ More](#)

## 欧洲最大的电池储能系统在英国投运

一个耗资 7,500 万英镑的欧洲最大电池储能系统已由 Harmony Energy Income Trust Plc. 在英国正式启用。这个坐落于 Pillswood 的项目位于国家电网 Creyke Beck 变电站旁边, 这也是世界上最大的海上风电场 Dogger Bank A 期和 B 期项目的连接点, 预计将于今年夏季投入使用。该电池储能系统在一次充电循环中可以储存高达 196MWh 的电力, 足以为约克郡约 30 万户家庭供电两小时。该储能设施使用特斯拉 Megapack 技术, 通过减少因供需失衡或电网限制而需要停运的时间, 最大限度地提高风电场的运行效率。

[+ More](#)

## 西班牙海上风电迈出重要一步

海上风电终于将在西班牙“落地”。经过四年多的前期准备, 西班牙政府在与海事部门的其他利益相关者 (包括地区政府和强大的渔业和旅游业) 进行了长达数年谈判后, 终于划定了海上风电场的开发地点, 将在包括 19 个区块的 5000 平方公里海域开发海上风电项目。新计划旨在充分开发西班牙海域海洋空间的利用潜力, 减少各方冲突, 促进风电和其他海洋利益相关者的共同协调发展, 为海上风电的发展铺平了道路。

[+ More](#)

## 丹麦出台新规支持地热能发展

丹麦议会近日通过了一项新法律, 有效地免除了地热项目的现行价格管制。相反, 价格将通过集中供热公司和地热运营商之间的合同来确定, 从而为消费者的地热供暖账单设置了价格上限。预计此项新规将进一步鼓励丹麦地热供暖项目的发展。

[+ More](#)

## 德国就合并电网运营商进行谈判

德国政府正在加快整合该国四家主要高压电网运营商，以便为电网中可再生能源的增长做好准备，推动实现电网的现代化改造。政府正在就以 200 亿欧元收购荷兰电网运营商 Tennet 在德国境内的电网资产进行谈判，同时也在与 50 Hertz Transmission GmbH、Transnet BW GmbH 和 Amprion GmbH 进行磋商，最终目标是组建一个单一的私营电网部门。德国现任政府认为前总理默克尔将电网私有化和拆分导致电网管理责任分裂、扩张和现代化进程缓慢，不利于大批量可再生能源接入电网。据德国能源署（dena）估计，仅扩建输电系统的费用就高达约 500 亿欧元。

[+ More](#)

## 法国将取消核能在能源结构中的占比限制

法国立法部门投票赞成废除核能在该国能源结构中占比 50% 的法律限制，这表明其在全国范围内大力发展核能的强烈意愿。2015 年设定的 50% 的限制最初是为了确保实现能源供应多元化和促进可再生能源的发展。然而，最近的能源危机和俄乌冲突使核能在能源结构中的地位得到凸显，作为一种可靠、可控和低碳的电力来源，重新成为人们关注的焦点。这一决定是法国计划建造六座新建核反应堆的更广泛的法案的一部分，其中第一座反应堆预计将于 2035 年投入使用。

[+ More](#)

## 希腊将允许在孤岛安装二手风机

希腊环境与能源部近日提出了一项新能源法，其中包括关于重新使用不再生产的废旧风机的规定。该提案允许将小型风机（单机容量 60 千瓦至 1 兆瓦）从大陆风电场转移至孤岛，赋予老旧风机第二次生命，旨在促进可再生能源生产。仍处在 20 年运行期限内的风机系统将继续在现有的奖励机制下获得补偿，不过还需要满足额外的特定要求，以确保这些二手风机在剩余的预期寿命内仍然可以正常运行。

[+ More](#)

## BP 公司启动西班牙 2GW 绿氢集群计划

石油和天然气巨头英国石油公司（BP）近日在其位于西班牙瓦伦西亚地区的 Castellón 炼油厂推出了一个名为 HyVal 的 2GW 绿氢集群计划。这项公私合作计划到 2030 年逐步安装 2GW 的电解槽用于生产绿氢。第一阶段预计将于 2027 年投入运营，将安装 200MW 容量的电解装置，每年可生产多达 31200 吨氢气，在炼油厂用作生产 SAF 的原料，此外还将用于工业和重型运输，以替代天然气。第二阶段项目预计将在 2030 年投运。

[+ More](#)



## 能源局发布农村能源革命试点县建设方案

3月23日，国家能源局等四部委发布《关于组织开展农村能源革命试点县建设的通知》。《通知》指出，发挥可再生能源分布式创新发展的优势，加快推进农村能源革命，推动乡村清洁能源高质量发展，探索建设多能互补的分布式低碳综合能源网络。目标是到2025年，试点县可再生能源在一次能源消费总量占比超过30%，在一次能源消费增量中占比超60%。在供给侧，推进可再生能源就地就近开发利用，促进非电利用多元化规模化发展，探索建设乡村能源站；在消费侧加快推进农业农村领域电气化，巩固农网，扩大可再生能源终端直接应用规模。

[+ More](#)

## 中国将推动油气与可再生能源融合发展

中国国家能源局近日印发了《加快油气勘探开发与新能源融合发展行动方案（2023—2025年）》，旨在从2023年到2025年加快油气勘探开发与可再生能源的融合，扩大油气企业开发利用绿电规模，提高油气采收率。计划通过加大增压开采等措施，累计增产天然气约30亿立方米。通过低成本绿电支撑三次采油方式累计增产原油200万吨以上。此外，文件还提议进一步统筹推进海上风电与油气勘探开发，形成海上风电与油气田区域电力系统互补供电模式，逐步实现产业融合发展。

[+ More](#)

## 虚拟电厂将迎来国家管理规范

虚拟电厂作为提升电力系统调节能力的重要手段，其规模化应用价值正在持续凸显。国家标准化管理委员会近日发布消息称，《虚拟电厂管理规范》、《虚拟电厂资源配置与评估技术规范》两项国家标准获批立项，这意味着中国虚拟电厂建设将有国家统一管理规范。与欧美相对成熟的虚拟电厂相比，中国的虚拟电厂建设还处于政府引导、电网实施阶段，两项国家标准获批，将使国内对虚拟电厂概念内涵、功能形态尽快形成统一认识，将明确运行和运营主体、各方职责划分等细节，让相关企业、机构有标准可以执行，对促进电力市场改革的进一步完善提供推动作用。

[+ More](#)

## 中国太阳能发电累计装机容量突破 400GW

截至2月底，中国累计发电装机容量约26亿千瓦，同比增长8.5%。其中，太阳能发电装机约4.1亿千瓦，同比增长30.8%，与水电装机容量已十分接近，4.1亿千瓦的装机相当于18个三峡电站的总装机容量。根据2023年全国能源工作会议，今年太阳能发电装机规模将达到4.9亿千瓦左右。1-2月，太阳能发电完成投资283亿元，同比增长近200%，继续保持强劲增长势头。

[+ More](#)

## 中国将占今年全球石油需求增量的40%

市场研究机构伍德麦肯兹（Wood Mackenzie）的最新分析报告显示，中国在新冠疫情后恢复全面经济活动将成为今年石油需求复苏的“单一最大驱动因素”，预计中国将占全球石油需求增量260万桶/天中的40%左右。尽管该机构表示，私人消费将是中国石油需求激增的主要因素，但该机构认为，如果中国经济增长由工业拉动，这一基本假设仍存在上行空间。

[+ More](#)

## 山东省将允许出现负电价

太阳能发电大省山东省的电力交易商现在可以要求有偿接收电力，以缓解日益增长的屋顶太阳能对电网的冲击。根据山东省发改委近日发布的《关于山东电力现货市场价格上下限限制有关事项的通知（征求意见稿）》，电力现货市场的出清价格下限被调整至零元以下。在发达国家的电力市场，负电价很常见，旨在鼓励发电机组在必要时减少出力。这一新举措标志着中国电力市场化改革进程又向前迈出了重要一步。

[+ More](#)

## 动力电池梯次利用按下快捷键

中国新能源汽车市场保有量已悄然上升至1400万辆左右，在此背景下，如何妥善处理废旧动力电池，成为普遍关心的问题。据业内预测，到2025年，中国“退役”动力电池累计将达到137.4GWh，需要回收的废旧电池将达到90万吨。国家市场监管总局、工信部近日发布《关于开展新能源汽车动力电池梯次利用产品认证工作的公告》，提出鼓励有条件的地方加快构建资源循环利用体系，在政府投资工程、重点工程、市政公用工程中使用获证梯次利用产品，支持保险机构为其应用推广提供风险保障，鼓励开发银行统筹用好绿色信贷、绿色融资服务等，给予低成本资金支持。此举将为退役电池的循环利用按下快捷键。

[+ More](#)



## 中石化启动大规模绿氢综合示范项目

近日，内蒙古鄂尔多斯市风光融合绿氢示范项目正式开工。该项目由中国石化集团开发，是全球最大的绿氢耦合煤化工项目。该项目旨在充分利用当地丰富的风能和太阳能资源，风力发电装机容量和光伏发电装机容量分别为450兆瓦和270兆瓦，电解水制氢能力3万吨/年，储氢容量为28.8万标立方。预计该项目每年可生产绿氢3万吨和绿氧24万吨，将由管道就近输送至中天合创鄂尔多斯煤炭深加工示范项目，替代部分原先使用的煤制氢，从而减少碳排放。

[+ More](#)

## 金风登顶 2022 全球风电整机商 Top10

彭博新能源财经近日发布数据显示，2022年，金风科技取代维斯塔斯（Vestas）成为首个新增装机容量登顶世界的中国整机制造商。金风科技在2022年装机容量达到12.7GW，总部位于丹麦的维斯塔斯以12.3GW排名第二。全球前十大风电整机制造商中，中国企业占据六席。由于供应链的限制和国家补贴的不确定性影响了项目的开发进度，美国和中国这两大市场增长停滞，2022年全球风电新增装机容量下降了15%至86GW。分析师警告称，世界各国政府都在加大脱碳的雄心，新增装机容量的放缓应引人警醒。

[+ More](#)

## 明阳智能推出近 100% 可回收大型风机叶片

明阳智能近日下线了一款可回收的大型热固性树脂叶片，实现了95%以上的叶片材料再回收。在不改变原有生产工艺前提下，叶片材料各项性能均满足DNV（挪威船级社）认证要求。与常规热固性树脂成型的叶片相比，该款可回收叶片采用新型化学降解回收手段，能在温和条件下实现树脂、纤维和芯材的分离与回收，回收过程简易，且所回收后的材料可用于汽车、建筑等其他领域。

[+ More](#)

## 中俄拟进一步加强能源合作

根据中俄两国近日发表的联合声明，两国同意将进一步深化和发展现有的能源合作伙伴关系。俄政府已做好准备扩大天然气出口，并向中国提供不间断的石油供应。在中国国家习近平近日出访俄罗斯期间，两国就“西伯利亚力量2号”天然气管道进行了进一步磋商，该管道将把西伯利亚和中国西北部链接起来，供应能力500亿立方米。然而分析人士评论称，在2030年之前，中国可能不需要额外的天然气进口。

[+ More](#)

## 中国将为碳排放监测数据质量指定“标尺”

近日，国家重点研发计划“碳排放监测数据质量控制关键测量技术及标准研究”项目在京启动。该项目将为碳排放监测数据质量制定“标尺”，构建温室气体标尺体系及量值传递体系，为确保碳排放监测数据的真实准确和量值统一提供测量基础，推动相关环节的规范化和标准化。这对于评估实现碳达峰和碳中和目标的进展情况，制定有效的减排控制战略至关重要。该项目将由中科院空天信息创新研究院牵头。

[+ More](#)

## 中国计划年内发布陆域二氧化碳封存潜力评估结果

3月17日举办的第七届碳捕集利用与封存国际论坛上，自然资源部中国地质调查局局长李金发在上述会上表示，今年1月首次发布的中国海域二氧化碳地质封存潜力评价结果显示，中国海域二氧化碳地质封存潜力巨大，预测潜力达2.58万亿吨，可为“双碳”目标实现提供重要支撑。这一封存潜力，约是中国去年二氧化碳排放量的224倍。他还透露，计划年内适时发布陆域潜力评估结果，逐步摸清中国二氧化碳地质封存资源家底。

[+ More](#)





# Featured Publication

## 出版物推荐



### ◀ 需求侧数据和能效指标

能效指标是跟踪能源效率进展的关键，可用于各种目的，包括政策制定、监测目标、能源预测、制定情景和规划以及制定基准。国际能源署编写的这份指南提供了世界各地在收集终端能源数据和制定国家能效指标方面好的方法和选择。作为一份战略文件，指南着眼于制定能效指标的整个价值链，从数据和指标的需求出发，到数据的传播和使用，为全球各地的从业者和决策者提供了有用的参考。

→ [Read More](#)

## 拥抱绿色发展新范式

——中国碳中和政策框架研究报告



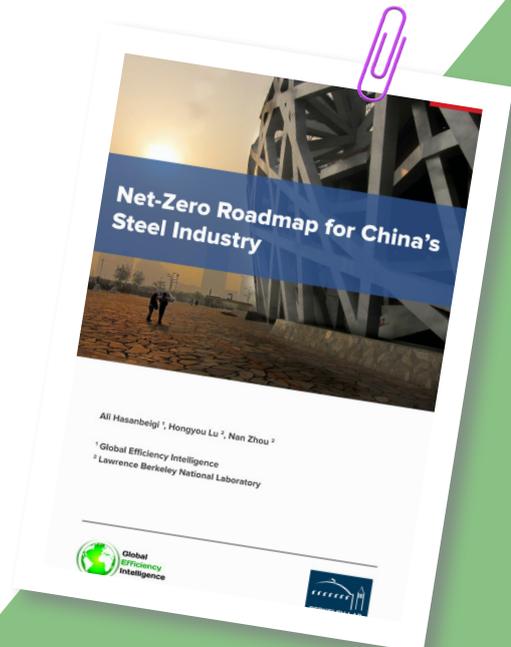
中国承诺到 2060 年实现碳中和，这不仅表明了中国放弃化石燃料的决心与雄心，同时也准备拥抱一种有益于中国 and 更广泛的国际社会的现代化新发展模式。这份由英国伦敦政治经济学院格兰瑟姆气候变化与环境研究所发布的报告，汇集了中英两国专家的智慧和建议，为中国转变增长方式以拥抱新的绿色发展提供了思路和参考。报告中提出了这种新范式下碳中和转型的政策原则，构建了新发展范式转变对于重塑中国重要经济部门和系统的基本思路及政策含义。报告同时还提出了中国如何引领世界碳中和治理机制建设，以及同世界实现绿色合作共赢的机遇和政策。

→[Read More](#)

## 中国钢铁行业净零路线图

这项由美国劳伦斯伯克利国家实验室和全球能效智库（Global Efficiency Intelligence）联合发布的研究报告旨在深入分析中国钢铁行业的现状和面临的挑战，为这一行业的深度脱碳制定出一副可行的行动路线图。报告从需求减少、能效、燃料转换和电气化及电网脱碳、低碳炼钢技术转型、CCUS 的采用这五大脱碳支柱出发，开发了到 2050 年的预测情景，以评估能够大幅减少中国钢铁行业二氧化碳排放的不同脱碳路径。报告认为，尽管实现净零排放需要前所未有的地采用低碳技术，但应将逐步淘汰碳密集型高炉炼钢（BF-BOF）工艺作为首要目标。

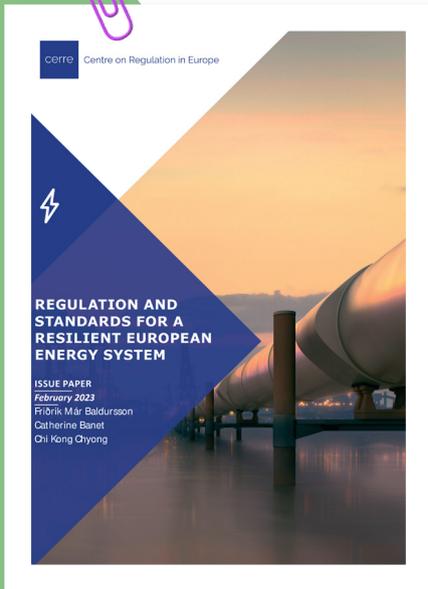
→[Read More](#)



## 欧洲能源系统韧性的监管及标准

确保和构建能源系统抵御极端事件的韧性需要进行结构性的调整。欧洲监管中心（CERRE）发表的这篇报告集中探讨了欧盟新的监管和立法应如何保障能源基础设施的韧性。这项研究深入探讨了天然气和/或电力系统运营商的监管制度及其与其他参与方的关系，以及各方之间的权责分配和跨部门协调，以确保整个能源系统的韧性。报告还确定了对系统运营商进行合理监管来提升能源系统韧性的监管途径，并分别从法律和经济角度描绘和分析了增强能源系统抵御破坏性事件的韧性方面的激励措施。

[→Read More](#)



## 中国电力行业低碳转型评估：框架研究

电力行业在中国低碳能源转型中发挥着引领性的作用。这份由牛津能源研究所编写的报告，旨在评估对这一关键领域的清洁转型至关重要的一些核心问题，包括电力结构的变化和电气化的进展，以及电力市场改革在推动清洁转型中的作用。该报告还指出，针对电力领域的国际合作研究长期以来一直侧重于评估目标市场模型在加速清洁能源普及、电气化和可再生能源发展方面的潜在效益。作者还指出了其他一些较为微观的方面，如电动汽车充电、分布式能源或绿电市场等，也有望从加强国际研究和合作中受益。

[→Read More](#)



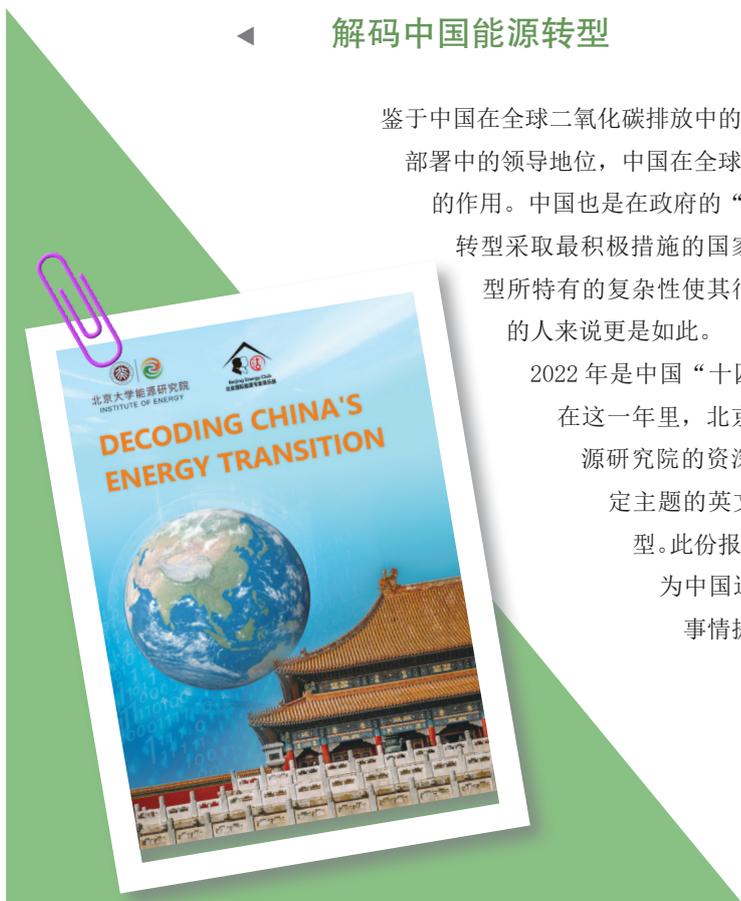
## ◀ 解码中国能源转型

鉴于中国在全球二氧化碳排放中的份额以及在低碳技术创新和市场部署中的领导地位，中国在全球净零排放转型中发挥着至关重要的作用。中国也是在政府的“1+N”政策框架下，为实现能源转型采取最积极措施的国家之一。然而，由于中国能源转型所特有的复杂性使其很难理解，特别是对于中国以外的人来说更是如此。

2022年是中国“十四五”大部分蓝图公布的一年。

在这一年里，北京国际能源专家俱乐部和北大能源研究院的资深研究人员每周发布一份针对特定主题的英文报告来“解码”中国的能源转型。此份报告即是对这些专题研究的汇编，为中国这一世界最大能源市场所发生的事情提供了高度全面和详细的描述。

→[Read More](#)





☎ 86-10 6587 6175

✉ info@ecec.eu

📍 北京市朝阳区建国门外大街2号，  
银泰中心C座31层3123、3125

🌐 www.ecec.eu

👤 主编：赤洁乔

英文编辑：Helen Farrell

✍ 反馈及投稿：magazine@ecec.eu

🇪🇺 中欧能源合作平台项目（ECECP）由欧盟提供资助。

© 2023 European Union 版权所有。